



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA RESTAURACE

AIRCONDITIONING OF RESTAURANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

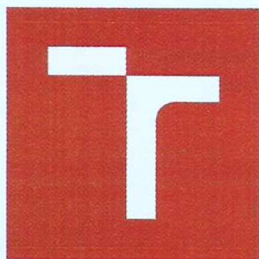
Kateřina Zaoralová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Kateřina Zaoralová
Název	Vzduchotechnika restaurace
Vedoucí práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Stavební dokumentace zadané budovy
České i zahraniční technické normy
Odborná literatura
Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení zadané dispozice na funkční celky, koncepce řešení tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

izolace VZT potrubí

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma,

Počet VZT zařízení a rozsah určí vedoucí práce

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnického zařízení pro restauraci. Zařízení je navrženo tak, aby splňovalo hygienické, provozní a funkční požadavky na vnitřní mikroklima. Úkolem tohoto zařízení je doprava čerstvého vzduchu do interiéru a odvod znehodnoceného vzduchu. Výpočtová část je zpracována na úrovni prováděcího projektu. Teoretická část je zaměřena na zpětné získávání tepla.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, zpětné získávání tepla, tepelný zisk, tepelné ztráty, hluk, klimatizace, distribuce vzduchu, restaurace

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the designing of airconditioning of restaurant. The system is designed to meet the hygienic, operational and functional requirements for indoor microclimate. The task of this system is transport of fresh air to interior and transport of degraded air out of the building. Computational part is designed on implementation project level. The theoretical part is focused on heat recovery.

KEYWORDS

Airconditioning, heat recovery, thermal gain, thermal loss, noise, air distribution, restaurant

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Kateřina Zaoralová *Vzduchotechnika restaurace*. Brno, 2018. 100 s., 104 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2018

Kateřina Zaoralová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za cenné rady a zkušenosti z praxe, které mi ochotně poskytl při tvorbě této práce a také za trpělivost při konzultacích.

OBSAH

ÚVOD.....	12
-----------	----

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST 11

1. ÚVOD	14
---------------	----

2. ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA.....	14
--------------------------------	----

2.1 Hodnocení ZZT	14
-------------------------	----

2.1.1 Účinnost ZZT	15
--------------------------	----

2.2 Rozdělení systémů ZZT	16
---------------------------------	----

2.2.1 Rekuperace	17
------------------------	----

2.2.2 Regenerace.....	20
-----------------------	----

2.2.3 Zařízení s tepelným čerpadlem	24
---	----

3. ZÁVĚR.....	25
---------------	----

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST 26

1. ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY	27
---	----

2. VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA.....	28
--	----

3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	34
----------------------------------	----

4. VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ	40
----------------------------------	----

5. NÁVRH PRŮTOKU VZDUCHU	46
--------------------------------	----

6. ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA TLAKOVÉ POMĚRY.....	47
---	----

7. DISTRIBUČNÍ ELEMENTY.....	48
------------------------------	----

7.1 Štěrbínové výústky.....	48
-----------------------------	----

7.2 Vířivé anemostaty.....	49
----------------------------	----

7.3 Talířové ventily	50
----------------------------	----

8.	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	52
9.	NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	60
10.	ÚTLUM HLUKU	66
10.1	Útlum hluku pro zařízení č. 1.....	66
11.	IZOLACE POTRUBÍ.....	74

ČÁST C – PROJEKTOVÁ ČÁST 26

1.	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	85
1.1	Podklady pro zpracování.....	85
1.2	Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	85
1.3	základní koncepční řešení	86
1.3.1	Stavební větrání.....	86
1.3.2	Hygienické větrání	86
1.3.3	Energetické zdroje	87
1.4	Popis technického řešení	87
1.5	nároky na energie	89
1.6	měření a regulace, protimrazová ochrana.....	89
1.7	nároky na související profese.....	90
1.7.1	Stavební úpravy	90
1.7.2	Silnoproud.....	90
1.7.3	Vytápění	90
1.7.4	ZTI.....	90
1.8	Protihluková a protiotřesová opatření	90
1.9	Izolace a nátěry	91
1.10	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	91
1.11	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	91

1.11.1	Montáž	91
1.11.2	Obsluha a údržba.....	91
1.12	ZÁVĚR.....	92
2.	SPECIFIKACE PRVKŮ.....	93
3.	ZÁVĚR.....	98
4.	POUŽITÉ ZDROJE.....	99
5.	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	101
6.	SEZNAM PŘÍLOH	104

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnických zařízení prostor restaurace. Jako podklady pro zpracování bakalářské práce byly poskytnuty stavební výkresy v elektronické podobě.

Objekt se skládá pouze z přízemí, kde se nachází restaurace, kuchyně, zázemí zaměstnanců, šatny a hygienické zázemí pro sportovce, tělocvična a garáž spojená se skladem. Ze stavebního hlediska je použit na nosné stěny i příčky keramický systém Porotherm. Objekt se nachází v Brně v jihomoravském kraji, z čehož vyplývají klimatické podmínky, které byly zohledněny při návrhu vzduchotechnických systémů.

Bakalářská práce se skládá ze tří částí – teoretická část, výpočtová a projektová.

Teoretická část se zabývá zpětným získáváním tepla, které je běžnou součástí vzduchotechnických jednotek. Je zde popsáno, co se rozumí pod pojmem zpětné získávání tepla, jeho rozdělení, výhody a nevýhody...

Výpočtová a projektová část zahrnuje veškeré výpočty a posouzení, která jsou potřebná ke kompletnímu návrhu vzduchotechnického systému. V této části je výpočet tepelné zátěže budovy, návrh distribučních prvků, VZT jednotek (v BP jsou navrženy dvě vzduchotechnická zařízení), dimenzování apod. Jedna vzduchotechnická jednotka obsluhuje restauraci a druhá šatny pro sportovce. Výsledkem je realizační projekt.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA RESTAURACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kateřina Zaoralová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018

1. ÚVOD

Jedním z hlavních cílů ve všech technických odvětvích je v dnešní době co nejefektivnější využití všech dostupných zdrojů potřebných pro provoz různých strojů a zařízení a pro vytvoření vhodných podmínek k pobytu člověka v interiéru. Předmětem teoretické části této bakalářské práce popis maximálního využití energie ve formě tepla odpadního vzduchu, různé způsoby zpětného získávání tepla, jejich přiblížení, výhody a nevýhody.

2. ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

Zpětným získáváním tepla rozumíme recyklaci tepla technickým zařízením, které využívá energii z odpadního vzduchu odváděného z budovy a následně předává tuto energii přiváděnému čerstvému vzduchu do budovy. Může se jednat o zpětné využívání energie citelného tepla (změna teploty), ale i tepla vázaného (přenos vlhkosti). Zařízení předejde (ochladí) vzduch přiváděný do budovy, ten se následně dohřeje (dochladí) a je přiveden do interiéru. Během zimy redukuje potřebu energie na výrobu tepla. ZZT umožňuje minimalizovat potřebu energie pro ohřev k vytvoření interního mikroklimatu a také snižuje emise vzniklé z topných zdrojů. Snižování potřeby tepelné energie, znamená snížení nákladů na provoz. V letním období jsou rozdíly teplot mezi přiváděným a odváděným vzduchem malé, malý součinitel přestupu tepla ze vzduchu do stěn zařízení vzhledem k malým rychlostem a zvýšení tlakových ztrát, které zatěžují ventilátory, takže se u většiny zařízení používá obtok (bypass) výměníku.

S tematikou zpětného získávání tepla je úzce spojeno Nařízení Komise EU 2016/2281 – ohřívání vzduchu, chladicí zařízení, vysokoteplotní procesní chladiče, ventilátorové konvektory, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES týkající se požadavků na EkoDesign větracích jednotek. Toto nařízení se zabývá výrobou, označováním, návrhem a osazováním větracích a klimatizačních jednotek. Od roku 2016 musí mít skoro všechny obousměrné větrací jednotky zařízení (existují výjimky), které umožňuje tepelný obtok a musí mít systém ZZT. Dále nařízení upravuje účinnosti systémů ZZT – oběhové systémy ZZT obousměrných větracích jednotek musí mít od 1.1.2018 účinnost 68 % a ostatní systémy 73 %. Tyto přísné požadavky byly vytvořeny díky zvětšujícímu se objemu prodeje větracích jednotek a jejich dopadu na životní prostředí.

2.1 Hodnocení ZZT

Pro hodnocení ZZT používáme koeficient teplotní účinnosti, nebo také termické účinnosti, kterou často uvádějí výrobci. Můžeme definovat účinnost přenosu – entalpickou, termickou a vlhkostní. Teplotní účinnost udává poměr rozdílu teplot přiváděného vzduchu a rozdílu teplot odváděného vzduchu. Teoreticky může účinnost dosáhnout až 100 %, ale v realitě dosahují spíše 50-90 %.

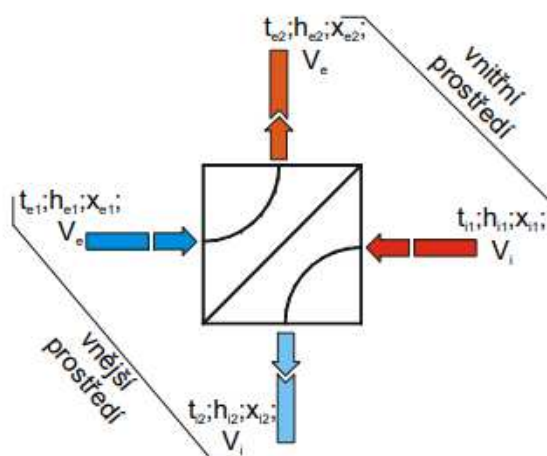
Dalším parametrem ovlivňujícím účinnost je vlhkost odváděného vzduchu z místnosti a jeho kondenzace, která má velký vliv na její zvýšení. Při kondenzování nám vzniká výparné teplo, a to je předáváno přiváděnému vzduchu.

Přestože je účinnost udávaná výrobcem, tak v reálu těchto hodnot nikdy nedosáhneme, nebo dosáhneme, ale jen na krátkou dobu a za určitých podmínek. Hodnota je závislá na reálných podmínkách použití, jako je například dimenzování, provoz, teplosměnná plocha výměníku, poměr objemů přiváděného a odváděného vzduchu a již zmíněná kondenzace odváděného vzduchu.

2.1.1 Účinnost ZZT

2.1.1.1 Entalpická účinnost

$$\eta_{Rh} = \frac{h_{e2} - h_{e1}}{\frac{V_i \cdot \rho_i \cdot (1 + x_{e1})}{(1 + x_{i1}) \cdot V_e \cdot \rho_e} \cdot h_{i1} - h_{e1}}$$

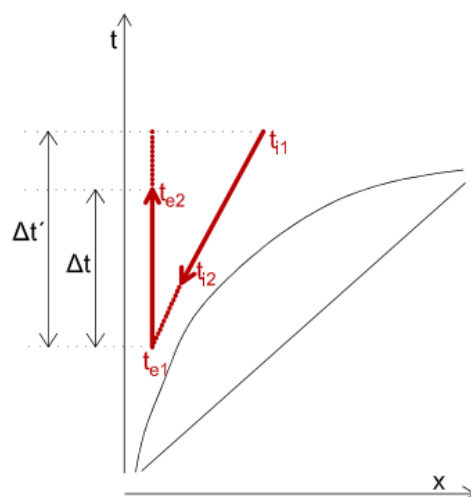


Obr. 1 Schéma pro výpočet účinnosti ZZT [3]

h_{e1}	entalpie přiváděného vzduchu před výměníkem
h_{e2}	entalpie přiváděného vzduchu za výměníkem
h_{i1}	entalpie odváděného vzduchu před výměníkem
h_{i2}	entalpie odváděného vzduchu za výměníkem
V_i	objem přiváděného vzduchu
V_e	objem odváděného vzduchu
x_{e1}	měrná vlhkost přiváděného vzduchu před výměníkem
x_{i1}	měrná vlhkost odváděného vzduchu před výměníkem

2.1.1.2 Teplotní a vlhkostní účinnost

$$\varphi = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}} = \frac{\Delta t}{\Delta t'}$$



Obr. 2 Schématický hx diagram pro výpočet účinnosti ZT [4]

te1 teplota přiváděného vzduchu před výměníkem

te2 teplota přiváděného vzduchu za výměníkem

ti1 teplota odváděného vzduchu před výměníkem

ti2 teplota přiváděného vzduchu za výměníkem

$$\psi = \frac{x_{e2} - x_{e1}}{x_{i1} - x_{e1}} = \frac{\Delta x}{\Delta x'}$$

xe1 měrná vlhkost přiváděného vzduchu před výměníkem

xe2 měrná vlhkost přiváděného vzduchu za výměníkem

xi1 měrná vlhkost odváděného vzduchu před výměníkem

xi2 měrná vlhkost přiváděného vzduchu za výměníkem

Rovnice uvedené výše lze použít pouze v případě rovnotlakého větrání a zanedbatelných ztrát vlivem netěsností.

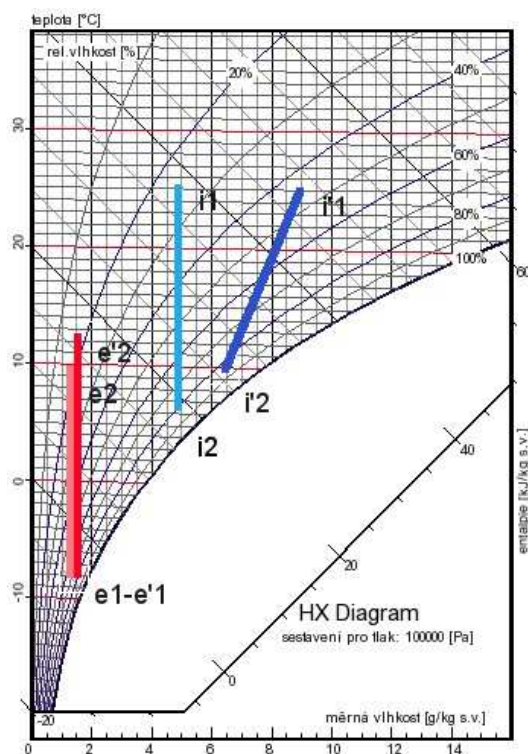
2.2 Rozdělení systémů ZT

Využívá se různých zařízení a různých fyzikálních vlastností, proto se můžou dělit dle různých kritérií.

Zařízení na zpětné získávání tepla dělíme do tří základních skupin: rekuperace, regenerace, výměníky s pomocnou tekutinou

2.2.1 Rekuperace

U tohoto systému dochází k přenosu tepelné energie z jednoho média (odpadní vzduch) do druhého média (přiváděný čerstvý vzduch) přes pevnou stěnu (pomocí nějakého zařízení). Povrch stěny může být hladký nebo uměle zvětšený. Nedochází k žádné výměně hmoty mezi znečištěným a čerstvým vzduchem. Konstrukční provedení může být velmi odlišné.



Obr. 3 hx diagram – rekuperace [5]

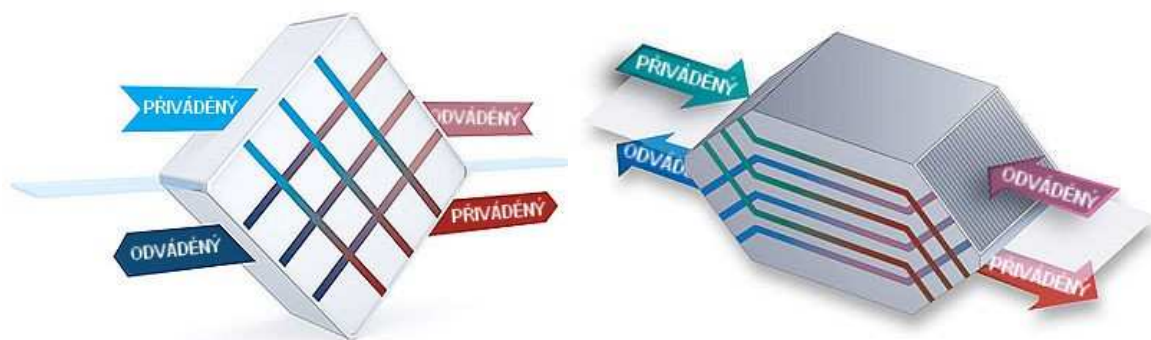
V hx diagramu jsou zobrazeny 2 případy – čárkovaný a nečárkovaný. Oba mají stejný průtok a tepelnou účinnost, ale v čárkovaném případě je vyšší vlhkost odváděného vzduchu a dochází ke kondenzaci, díky čemuž se zvýší teplota přiváděného vzduchu, tím pádem i teplotní účinnost → výsledné teploty přiváděného vzduchu (e_2 , e'_2) jsou rozdílné.

2.2.1.1 Deskový rekuperátor

Deskový výměník je základní typem ZZT ve skladbě „vzduch-vzduch“. Tvoří jej sada rovnoběžných teplosměnných desek, mezi nimiž proudí střídavě teplý a studený vzduch. Tento výměník lze použít i pro znečištěné prostory, protože jsou proudy odvodního vzduchu a přiváděného vzduchu odděleny pomocí desek z různých materiálů – pozinkovaný plech, ocel, hliník, plasty, technické sklo. Pokud je průtok na jedné i druhé straně stejný, mají i přenosové plochy na obou stranách stejný povrch. Při užití DR do znečištěných prostor je nutné před rekuperátor nainstalovat filtr, aby nedocházelo k zanášení a tím ke snižování účinnosti. Vyrábí se jako čtvercové, kdy je průtok vzduchu křížový, ale také jako šestiúhelníkové, kde průtok odpovídá protiproudým výměníkům. Účinnost deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu se pohybuje kolem 40-70 %. Výměníky s protiproudým uspořádáním dosahují vyšší účinnosti – 60-90

%. Deskové rekuperátory jsou vhodné pro menší vzduchotechnická zařízení. Pro jejich provoz není potřeba dodávat energii k pohonu. Vybavují se obtokem s regulační klapkou (umožňuje regulaci a odstavení), protože výměník sám o sobě není možné vypnout či regulovat.

Existují speciální provedení, kde je teplosměnná plocha vyrobená z materiálu na bázi papíru, takže dochází i k přenosu vlhkosti (tyto výměníky se už ale řadí do regeneračních).



Obr. 4 Čtvercový deskový rekuperátor [9]

Obr. 5 Šestiúhelníkový deskový rekuperátor [9]

2.2.1.2 Trubkový výměník

Principálně jsou trubkové výměníky velmi podobné deskovým (také výměníky typu vzduch – vzduch), jen je místo desek jako teplosměnných ploch použit svazek trubek, jimiž protéká většinou přiváděný vzduch a kolem nich proudí vzduch odváděný – takže také nedochází ke styku přiváděného a odváděného vzduchu.

Výhodou trubek je jejich vyšší pevnost, což umožňuje i použití méně běžných materiálů, jako je sklo či plasty. Další výhodou je jejich dobrá čistitelnost. Nečistoty z odváděného vzduchu se usazují na vnější straně trubek a pak se splachují. Při užití ve velmi znečištěných prostorech, nebo při odvádění spalin přes rekuperátor (např. v průmyslovém odvětví a technologickém provozu – slévárny, taviřny, ...), by měl být rekuperátor vybaven automatickým zařízením, jako jsou mechanické škrabky. Může být také užito systému „profouknutí“ pulzy vzduchu. Naproti tomu nevýhodou je menší povrch – teplosměnná plocha a z čehož plyne nižší účinnost. Ta dosahuje hodnot pouze 20 až 50 %.

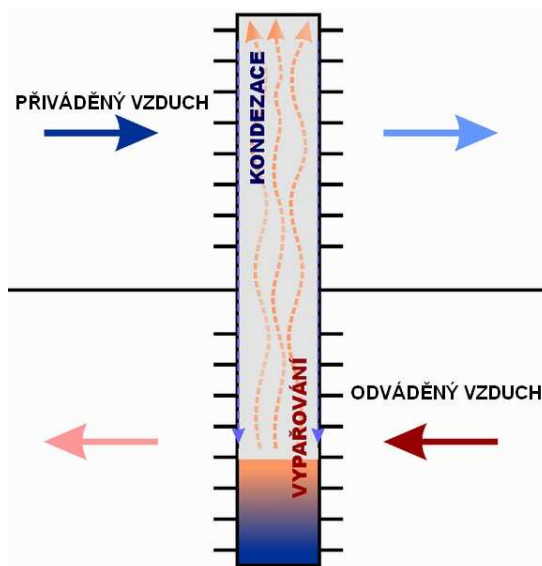
2.2.1.3 Tepelné trubice

Teplo je přenáшено skupenskými změnami. Základem je tzv. tepelná trubice, což je uzavřená trubice s náplní, jejíž spodní polovina je umístěná do proudu odváděného vzduchu a horní polovina do proudu přiváděného vzduchu. Uvnitř je obvykle chladivová náplň jako čpavek, freon, ale může být i voda. *Druh kapaliny v těsně uzavřené trubici a její výparný tlak jsou voleny tak, aby vypařování mohlo nastat při teplotě ochlazovaného vzduchu.* [10] Pro intenzivní přenos tepla je vnější povrch trubice opatřen žebrováním, v důsledku čehož se zvětší teplosměnná plocha.

V trubici dochází k opakovanému procesu varu a kondenzace. Ve spodní části je náplň ohřívána teplým odpadním vzduchem a dochází k varu. Teplo potřebné k vypařování je odebíráno odváděnému vzduchu a ten se chladí. Poté stoupají páry chladiva vzhůru do horní části trubice ochlazované přiváděným vzduchem a kondenzují. Páry předávají kondenzační teplo studenému vzduchu, ten se ohřívá a stékají zpět po stěnách do spodní části.

Existují i vodorovné kapilární tepelné trubice, kde jsou trubky jen v minimálním spádu. Pro přenos tepla uplatňují více sil kapilárních než gravitačních. *Na vnitřním povrchu mají kapiláry vytvořené z drážek, drátových sítí, případně nasákavých látek, které jsou schopné účinkem kapilárních sil dopravovat kondenzát do výparné zóny trubice – i v protisměru působení gravitační síly.* [10] Účinnosti těchto rekuperátorů jsou cca do 65 %.

Výhodou je, že k pohybu náplně nepotřebují žádný pohon a lze je použít i tam, kde je odváděný vzduch znečištěný (trubice jsou dobře čistitelné). Dále přenos velkého množství tepelné energie v malém prostoru trubice a při malých rozdílech teplot na jednom a na druhém jejím konci. Nevýhodou je problematické těsnění rozhraní mezi přívodním a odvodním vzduchem.



Obr. 6 Výměník s tepelnou trubicí [11]

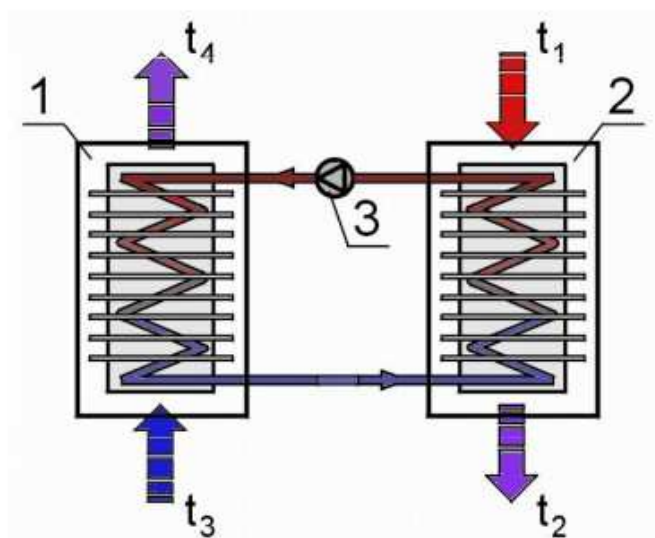
2.2.1.4 Systém s kapalinovým okruhem

Výměníky v zapojení vzduch – kapalina – vzduch. U tohoto typu rekuperátoru je využit k přenosu tepla další mezistupeň. Je to systém se dvěma výměníky tepla, kde dochází k přenosu vzduch-kapalina-vzduch. Tyto výměníky jsou propojeny vlastním kapalinovým okruhem. Tepelná energie je z odváděného vzduchu předávána obvykle ve výměníku s žebrováním do kapaliny (vody, nebo nemrznoucí směsi). Pomocí kapalinového okruhu (s čerpadlem, expanzní nádobou a dalšími regulačními prvky) je energie předávána do druhého výměníku umístěného do přívodního vzduchu. *Jako kapalina zprostředkující přenos tepla se zpravidla používá směs vody a 30 % etylenglykolu (musí být mrazuvzdorná). Etylenglykol však má v porovnání s vodou mnohem horší tepelně-fyzikální vlastnosti (zejména tepelnou vodivost a viskozitu), což*

nepříznivě ovlivňuje hospodárnost provozu celé soustavy. [10] Může být použito i výměníků bez žebrování nebo z chemicky odolných materiálů – pokud je odváděný vzduch znečištěný.

Účinnost je ovlivněna počtem řad výměníků, běžně se používají dvě až čtyři řady s účinností 30-50 %. Vyšší účinnosti se dosahuje při protiproudém uspořádání s vyšším počtem výměníků (deset až dvacet) – 70-90 %. U takových řešení je nutné uvažovat i s větší tlakovou ztrátou.

Výhoda rekuperátorů s kapalinovým okruhem je v bezpečném oddělení znečištěného odvodního a přírodního čerstvého vzduchu. Nevýhodou je nutnost užití oběhového čerpadla, čímž se spotřebovává energie na jeho chod.



Obr. 7 Kapalinový okruh [3]

t_1, t_2 – ochlazovaný vzduch

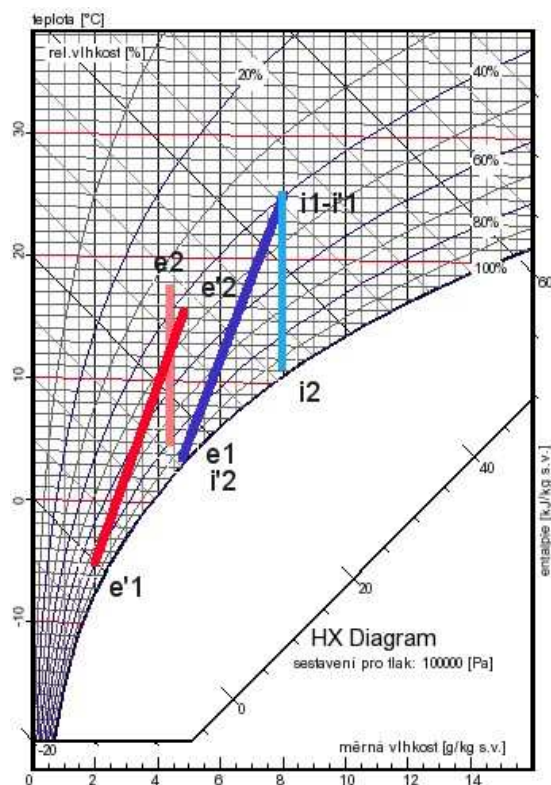
t_3, t_4 – ohříváný vzduch

1 – výměník v proudu ochlazovaného vzduchu

2 – výměník v proudu ochlazovaného vzduchu

2.2.2 Regenerace

Regenerace je zpětné získávání tepla, při kterém se využívá akumulace tepla do střídavě ohříváné a chlazené hmoty. Teplý vzduch svoji energii odvádí do akumulační hmoty a chladný vzduch ji odebírá. Využívá se přenosu citelného a vázaného tepla a díky tomu dosahují maximálních účinností. Přenos citelného tepla je zajištěn hygroskopickým povrchem regeneračního výměníku. Zpětné získávání citelného tepla označujeme jako ZZCT, vázaného tepla (popř. vlhkosti) ZZVT a přenos souhrnného tepla ZZT. Účinnost ZZCT a ZZVT by měla být v ideálním případě stejná.

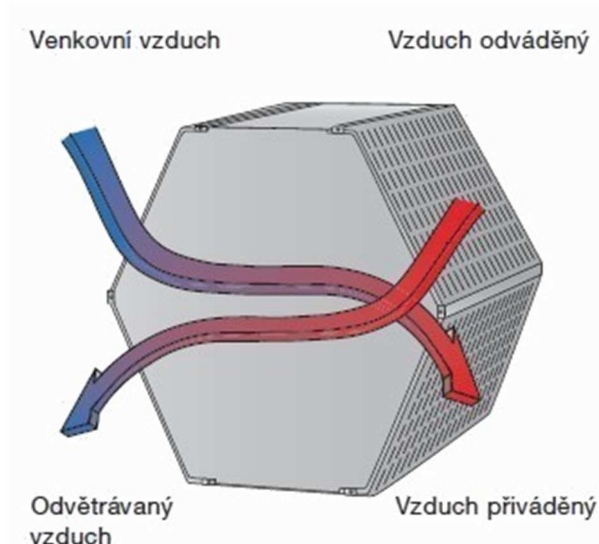


Obr. 8 hx diagram – regenerace [5]

V hx diagramu jsou zobrazeny 2 případy – čárkovaný a nečárkovaný. Oba mají stejný průtok a tepelnou účinnost, ale v nečárkovaném řešení vlivem vyšší teploty nedochází ke kondenzaci. U odváděného i přiváděného vzduchu se mění pouze teplota. V čárkovaném případě je povrchová teplota výměníku nižší než teplota rosného bodu a dochází ke kondenzaci. *V ideálním případě se veškerá kondenzovaná voda předá do přiváděného vzduchu, kde opět dojde k jejímu odpaření. U některých výměníků může dojít k odtoku kondenzátu a v tom případě se zvýší termická účinnost, ale současně se nezvýší měrná vlhkost přiváděného vzduchu.* [5]

2.2.2.1 Entalpický výměník

Entalpický výměník je schopen předávat z odváděného vzduchu nejen teplo, ale i vlhkost (až 70 % vzdušné vlhkosti), a to bez dodávání elektrické energie. Předávání tepla je sice nižší, ale vyrovnává to energie akumulovaná ve vodní páře. Materiálem je speciální polymerová membrána, která nepropouští pach, nečistoty, plíseň atd. Membrána je snadno čistitelná vodou. Výhodou je, že může efektivně pracovat až do exteriérové teploty cca -10 °C. V oblastech, kde teplota klesne pod -10 °C, se doporučuje používat zároveň s entalpickými výměníky ještě elektrický předehřev.



Obr. 9 – Entalpický výměník [13]

2.2.2.2 Rotační výměník

Tyto výměníky umístěné v rámu umožňují přenos tepla citelného tak i tepla vázaného. Tepelná energie (teplo i vlhkost) z odváděného vzduchu se akumuluje do hmoty rotoru a díky jeho otáčení je přenesena do proudu přiváděného vzduchu. Takže se vždy obě poloviny rotoru dostanou střídavě do proudu teplého a studeného vzduchu. Materiál, z něhož je rotor vyroben, vytváří díky zvlnění malé kanálky, přes které proudí vzduch. Akumulační hmotou může být slitina, hliník, plast, speciální materiály na bázi celulózy apod. Nejběžněji používanou hmotou na výrobu rotoru je hliníková fólie. K zamezení průniku odpadního vzduchu do čerstvého, je část kotouče (kruhový výsek pod úhlem 10°) zaslepená, čímž se vytvoří smyčka pro průnik přívodního vzduchu do odváděného. Rotační výměníky dosahují účinnosti až 80 % (závisí na druhu rotačního výměníku), čehož dosahuje velkou teplosměnnou plochou.

RV můžeme rozdělit na skupiny:

Bez hygroskopické vrstvy - (teplotní účinnost 60-80 %, vlhkostní 10-20 %), používá se tam, kde chceme zabránit přenosu vlhkosti

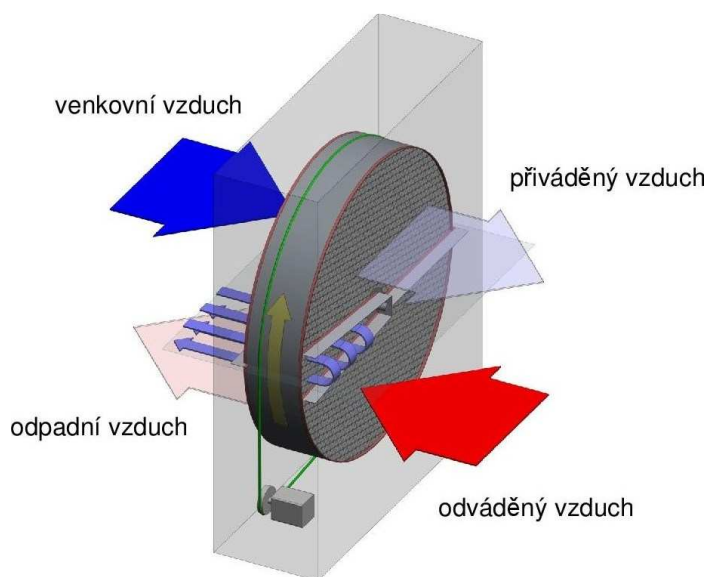
S hygroskopickou vrstvou – povrch je opatřen speciální látkou, která zajišťuje přenos vzdušné vlhkosti mezi přiváděným a odváděným vzduchem (vlhkostní účinnost vzrůstá až na 70 %)

- Vrstva ze silikagelu – přenáší pachy
- Vrstva ze zeolitu – nepřenáší pachy
- Epoxidový rotor – použití v agresivním prostředí (např. větrání bazénů)

Aby se zabránilo nestejnomyšlnosti opotřebení, tak se regulací zajišťuje otáčení rotoru i v době, kdy je mimo provoz.

Nevýhodou rotačních výměníků je přenos nečistot z odváděného vzduchu do přiváděného, proto není vhodné jejich použití v provozech, kde je odváděný vzduch nějak znečištěn (pra-

chem, olejem, tukem, pachy, ...). Další nevýhodou je nutnost dodávání energie pohonu otáčení rotoru. [7] [10] [14]



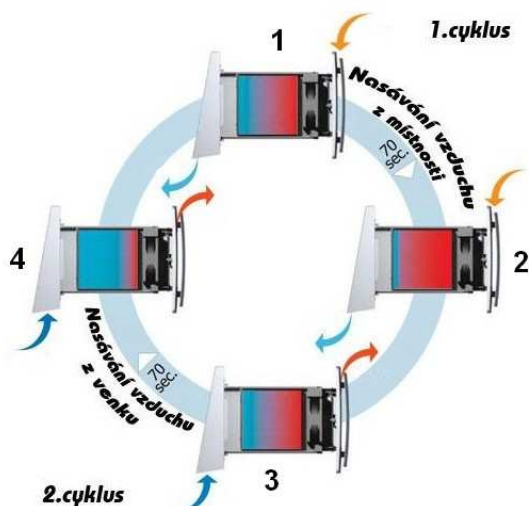
Obr. 10 Rotační výměník [14]

2.2.2.3 Kapilární ventilátor

V komoře ve tvaru dvojitého spirálového statoru jsou umístěny dva nasávací a dva výfukové otvory. Uvnitř statoru se otáčí rotor s povrchem z pórovité akumulární hmoty. Teplý vzduch při otáčení rotoru přestupuje přes póry akumulární hmoty do komory statoru a tím jí odevzdává teplo. Při přechodu hmotou si studený vzduch teplo odebírá. Výhodou je tichý provoz, ale dosahuje menší účinnosti. Pro správný chod ventilátoru je potřebný stejný tlak vzduch na straně přiváděného a odváděného vzduchu.

2.2.2.4 Přepínací výměník

Jsou to dvě akumulární plochy, kterými střídavě proudí čerstvý přiváděný vzduch a odváděný vzduch. Tyto plochy zůstávají nehybné ve stejné poloze a průtok zajišťují přepínací klapky. Přepínací výměníky mají teplotní účinnost v rozmezí 60-90 % a vlhkostní účinnost 50-70 %. Výhodou je, že se vyloučí průnik přiváděného a odváděného vzduchu netěsnostmi.



Obr. 11 Přepínací výměník [15]

1 - V první fázi probíhá nasávání znehodnoceného vzduchu z místnosti a jeho následné odvádění přes zařízení s přepínacím výměníkem umístěným ve zdi ven.

2 - Keramický výměník odebírá vzduchu teplo. Ve chvíli, kdy má výměník dostatečně naakumulovanou energii, změní se otáčky na opačný směr.

3 - Ventilátor začne nasávat čerstvý vzduch z exteriéru. Ten prochází přes výměník a přebírá si z něj naakumulovanou tepelnou energii.

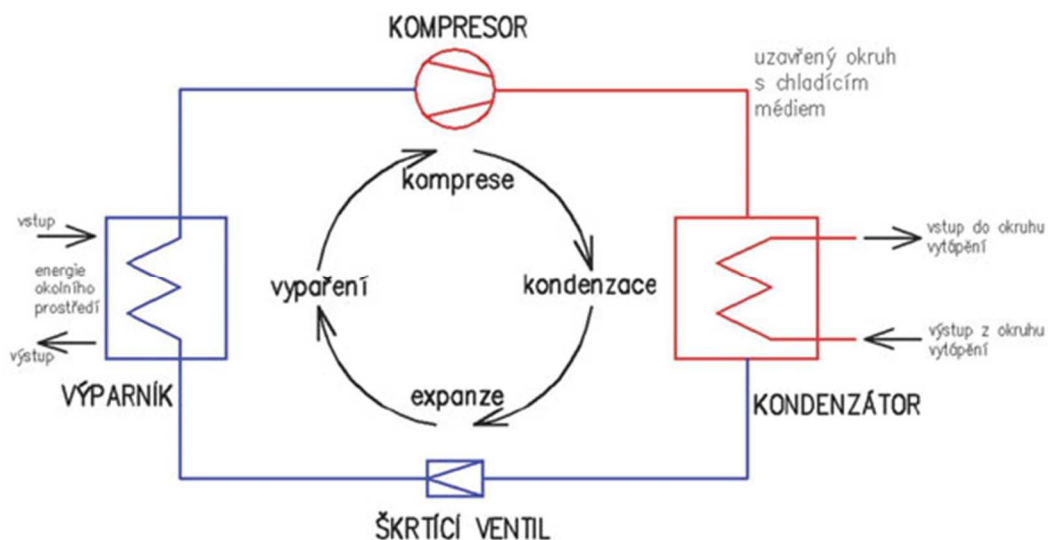
4 - Po 70 sekundách je zásobník tepla vybitý, regulátor předá pokyn ventilátoru na změnu otáček a systém se dostává znovu do první fáze.

2.2.3 Zařízení s tepelným čerpadlem

Přenos tepla je zajištěn skupenskými změnami teplotnosné látky obíhající v okruhu složeného z: výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. V kompresoru dochází ke stlačení par, čímž se zvýší tlak a teplota. V kondenzátoru-výměníku je teplo odevzdáváno přivedenému vzduchu a teplotnosná látka ve formě páry kondenzuje. V expanzním ventilu se expanzí sníží tlak a dochází ke vstříknutí do výparníku. Ve výparníku přivedená kapalina odebírá teplo z okolí, vypařuje se, stává se nositelem tepla a celý cyklus se opakuje.

U těchto zařízení lze pro ZZT využít reverzibilní chladicí soustavy: s vodou chlazeným kondenzátorem, se vzduchem chlazeným kondenzátorem.

Nevýhodou je, že se musí dodávat elektrická energie pro pohon kompresoru.



Obr. 12 Princip tepelného čerpadla [16]

3. ZÁVĚR

Z výše uvedeného základního přehledu o zpětném získávání tepla je zřejmé, že každý druh ZZT má své výhody a nevýhody. Je nutné podotknout, že nelze přesně určit, který systém je nejlepší, jelikož je třeba u každého zvážit všechny podmínky a vlivy působící na objekt. Systémy ZZT jsou nedílnou součástí vzduchotechnických systémů. Vzduchotechnika je dominantní technologií, která utváří interní mikroklima, a proto se moje bakalářská práce právě touto profesí zabývá.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA RESTAURACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kateřina Zaoralová

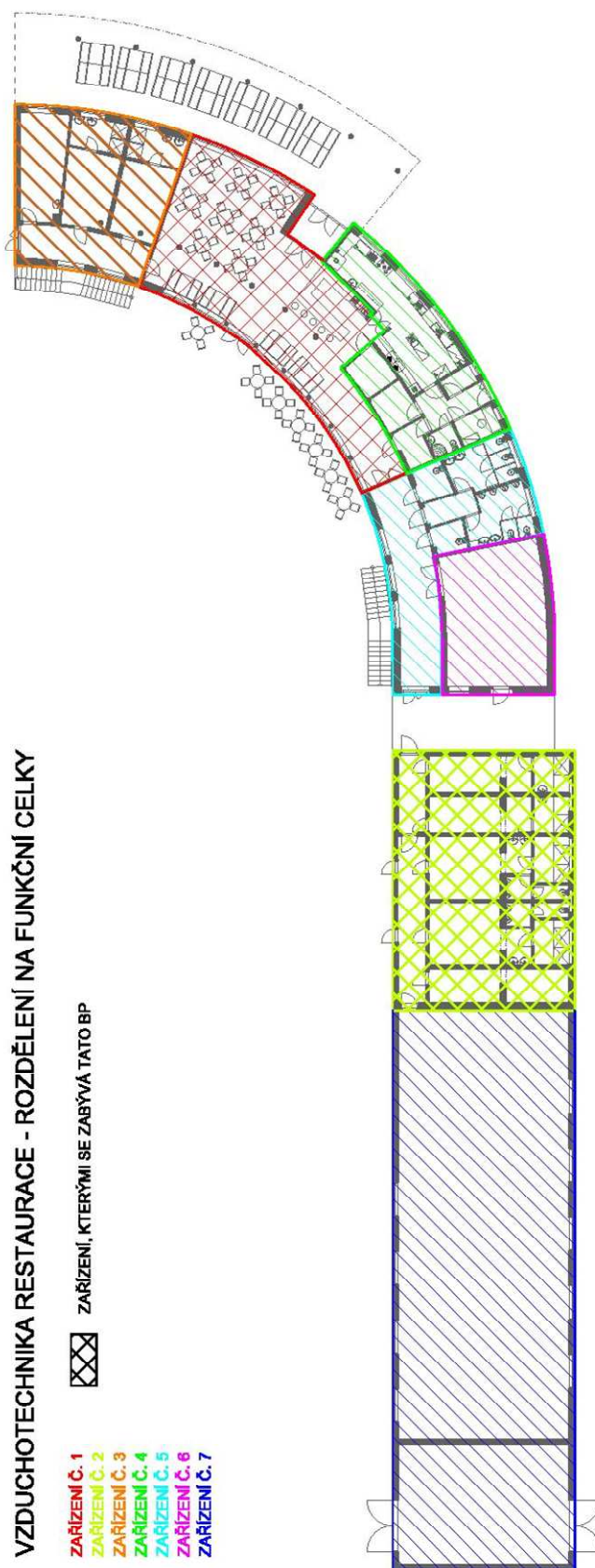
VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018

1. ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY



Obr. 13 Rozdělení objektu na funkční celky

2. VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Tab. 1 Tabulky výpočtů součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

Obvodová stěna 1	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^1\cdot\text{W}^{-1}$]
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
Porotherm 44 T Profi	440	0,066	6,67
Vnější vápenocementová omítka	15	0,47	0,03
$\Sigma R=$			6,73
$R_{si}=$			0,13
$R_{se}=$			0,04
$R_t=$			6,900
$U_{\text{DOPORUČ}}=0,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$		U=	0,145 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Obvodová stěna 2	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^1\cdot\text{W}^{-1}$]
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
Porotherm 30 T Profi	300	0,070	4,29
Vnější vápenocementová omítka	15	0,47	0,03
$\Sigma R=$			4,35
$R_{si}=$			0,13
$R_{se}=$			0,04
$R_t=$			4,520
$U_{\text{DOPORUČ}}=0,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$		U=	0,221 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Vnitřní nosná stěna	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^1\cdot\text{W}^{-1}$]
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
Porotherm 30 Profi	300	0,193	1,55
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
$\Sigma R=$			1,61
$R_{si}=$			0,13
$R_{si}=$			0,13
$R_t=$			1,870
$U_{\text{DOPORUČ}}=1,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$		U=	0,535 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Příčky	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$]
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
Porotherm 14 Profi	140	0,286	0,49
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
$\Sigma R=$			0,55
$R_{si}=$			0,13
$R_{se}=$			0,13
$R_t=$			0,810

$$U_{\text{DOPORUČ}}=1,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

U=	1,235	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
-----------	--------------	--

Pochozí střecha	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$]
Betonová dlažba	40	1,36	0,03
Cementový potěr	40	1,16	0,03
Asfaltový pás	5,3	0,2	0,03
Asfaltový pás	3	0,2	0,02
Tepelná izolace Styrodur 4000 CS	100	0,039	2,56
Tepelná izolace Styrodur 4000 CS	120	0,039	3,08
Parotěsná vrstva	0,2	-	-
Cementový potěr	50	1,16	0,04
ŽB deska	200	1,74	0,11
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
$\Sigma R=$			5,93
$R_{si}=$			0,1
$R_{se}=$			0,04
$R_t=$			6,074

$$U_{\text{DOPORUČ}}=0,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

U=	0,150	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
-----------	--------------	--

Nepochozí střecha	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^1\cdot\text{W}^{-1}$]
Asfaltový pás	5,3	0,2	0,03
Asfaltový pás	3	0,2	0,02
Tepelná izolace Styrodur 4000 CS	100	0,039	2,56
Tepelná izolace Styrodur 4000 CS	120	0,039	3,08
Parotěsná vrstva	0,2	-	-
Cementový potěr	50	1,16	0,04
ŽB deska	200	1,74	0,11
Vnitřní vápenocementová omítka	10	0,47	0,03
$\Sigma R=$			5,87
$R_{si}=$			0,1
$R_{se}=$			0,04
$R_t=$			6,011

$$U_{\text{DOPORUČ}}=0,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

U=	0,160	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
-----------	--------------	--

Podlaha na zemině 1	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^1\cdot\text{W}^{-1}$]
Marmoleum	2,5	0,17	0,01
Beton hutný	50	1,23	0,04
Separční PE fólie	0,2	-	-
Tepelná izolace EPS 100	100	0,037	2,7
2xasfaltový pás	2x4	0,2	0,04
Beton hutný	150	0,17	0,88
$\Sigma R=$			3,68
$R_{si}=$			0,17
$R_{se}=$			0,00
$R_t=$			3,847

$$U_{\text{DOPORUČ}}=0,3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

U=	0,260	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
-----------	--------------	--

Podlaha na zemině 2	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$]
Keramická dlažba	8	0,17	0,05
Beton hutný	50	1,23	0,04
Separační PE fólie	0,2	-	-
Tepelná izolace EPS 100	100	0,037	2,7
2xfasfaltový pás	2x4	0,2	0,04
Beton hutný	150	0,17	0,88
$\Sigma R=$			3,71
$R_{si}=$			0,17
$R_{se}=$			0,00
$R_t=$			3,879
$U_{\text{DOPORUČ}}=0,3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$		U=	0,258 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Podlaha na zemině 3	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$]
Beton hutný	50	1,23	0,04
Separační PE fólie	0,2	-	-
Tepelná izolace EPS 100	100	0,037	2,7
2xfasfaltový pás	2x4	0,2	0,04
Beton hutný	150	0,17	0,88
$\Sigma R=$			3,66
$R_{si}=$			0,17
$R_{se}=$			0,00
$R_t=$			3,832
$U_{\text{DOPORUČ}}=0,3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$		U=	0,261 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Podlaha na zemině 4	d [mm]	λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	R [$\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$]
Litá PUR podlaha	11	0,045	0,24
Anhydritový potěr	60	1,2	0,05
Separační PE fólie	0,2	-	-
Tepelná izolace EPS 100	100	0,037	2,7
2xfasfaltový pás	2x4	0,2	0,04
Beton hutný	150	0,17	0,88
$\Sigma R=$			3,92
$R_{si}=$			0,17
$R_{se}=$			0,00
$R_t=$			4,087
$U_{\text{DOPORUČ}}=0,3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$		U=	0,245 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Tab. 2 Tabulka místností – návrhové teploty a vlhkosti

Údaje o místnostech				Léto		Zima	
Číslo	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Teplota [C°]	Rel. Vlhkost [%]	Teplota [C°]	Rel. Vlhkost [%]
Místnost obsluhovaná zařízením č. 1							
101	klubovna	114,19	342,57	25	60	21	45

Místnosti obsluhovaná zařízením č. 2							
124	Chodba	7,51	22,53	24	50	20	40
125	Šatna	12,93	38,79	24	50	22	40
126	Sprchy	4,62	13,86	26	75	24	70
127	Šatna	12,93	38,79	24	50	22	40
128	Sprchy	4,62	13,86	26	75	24	70
129	Chodba	16,07	48,21	24	50	20	40
130	Šatna	19,23	57,69	24	50	22	40
131	Sprchy	5,67	17,01	26	75	24	70
132	Předsíň s umyvadly	2,1	6,3	24	50	22	40
133	WC	1,9	5,7	24	50	22	40
134	Šatna	19,23	57,69	24	50	22	40
135	Sprchy	5,67	17,01	26	50	24	70
136	Předsíň s umyvadly	2,1	6,3	24	50	22	40
137	WC	1,9	5,7	24	50	22	40
138	Technická místnost	16,69	50,07	24	50	20	40

Místnosti obsluhovaná zařízením č. 3							
102	Chodba	15,07	45,21	24	50	18	40
103	Kancelář	16,14	48,42	24	50	21	40
104	Šatna Ž	13,01	39,03	24	60	22	40
105	Sprchy	5,95	17,85	24	75	24	70
106	Šatna M	13,33	39,99	24	60	22	40
107	Sprchy	6,12	18,36	26	75	24	70

Místnosti obsluhovaná zařízením č. 4							
108	Přípravná, varna	29,24	87,72	25	65	20	60
109	Sklad nápojů	5,1	15,3	24	50	18	40
110	Sklad potravin	5,1	15,3	24	50	18	40
111	Chodba	6,51	19,53	24	50	18	40

Místnosti obsluhovaná zařízením č. 5							
112	Odpadky	2,18	6,54	24	50	18	40
113	Kancelář	3,84	11,52	24	50	20	40
114	Šatna	4,21	12,63	24	50	22	40
115	Sprchy	2,52	7,56	26	75	24	70
116	Chodba WC	4,24	12,72	24	50	20	40
117	WC M	10,86	32,58	24	50	20	40
118	WC Ž	9,8	29,4	24	50	20	40
119	WC inv	3,83	11,49	24	50	20	40
120	WC inv	3,29	9,87	24	50	20	40
121	Úklid	2,52	7,56	24	50	20	40
122	Chodba	28,04	84,12	24	50	18	40

Místnosti obsluhovaná zařízením č. 6							
123	Technické vybavení	40,58	121,74	24	50	18	40

Místnosti obsluhovaná zařízením č. 7							
139	Krytý pálkařský tunel	250,02	750,06	24	45	20	40
140	Garáž, sklad	70,14	210,42	24	45	20	40

3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Výpočet tepelných ztrát byl proveden zjednodušenou metodou pro výpočet tepelných ztrát.

Pro místnosti obsluhované zařízením č.2 byly vybrány 3 místnosti pro výpočet tepelných ztrát. Ztráty ostatních místností byly vypočteny z podobnosti místností, poměrově přes jejich plochu.

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]}$$

$H_{T,ie}$ - součinitel TZ z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm

$H_{T,iue}$ - součinitel TZ do venkovního prostředí přes nevytápěný prostor

$H_{T,ig}$ - součinitel TZ do zeminy z vytápěného prostoru

$H_{T,ij}$ - součinitel TZ z vytápěného prostoru do prostoru s jinou teplotou

$\theta_{int,i}$ - výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru

θ_e - výpočtová venkovní teplota

Zjednodušená metoda pro stanovení lineárních tepelných ztrát

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{th} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

ΔU_{th} – korekční součinitel

pak platí

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \text{ [W/K]}$$

Tepelná ztráta nevytápěným prostorem $H_{T,iue}$

$$H_{T,iue} = \Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) + (\Sigma \psi_i \cdot l_i \cdot b_u) \text{ [W/K]}$$

b_u – redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou vytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty

Tepelná ztráta do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách $H_{T,ij}$

$$H_{T,ij} = \Sigma(f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k) \text{ [W/K]}$$

$f_{i,j}$ – redukční činitel, který koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{vytáp_soux_prostoru}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

Tepelná ztráta do přilehlé zeminy $H_{T,ig}$

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equie,k}) \cdot G_w \text{ [W/K]}$$

f_{g1} – korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty

f_{g2} – teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou $\theta_{m,e}$ a výpočtovou venkovní teplotou

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,j} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,j} - \theta_e}$$

G_w – korekční činitel zohledňující vliv spodní vody

$G_w = 1$, je-li spodní voda dále než 1 m od úrovně základů

$G_w = 1,15$ je-li spodní voda blíže než 1 m od úrovně základů

$U_{equie,k}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla stanovený podle typologie podlahy

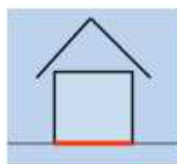
Ekvivalentní součinitel prostupu tepla stanovený podle typologie podlahy $U_{equie,k}$

Nejprve se stanoví parametr B'

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P}$$

A_g – plocha podlahy. Pro budovu se A_g stanoví jako celková plocha podlahové konstrukce. Pro výpočet části budovy, je A_g plocha podlahové konstrukce uvažované části.

P – obvod podlahové konstrukce. Hodnota P je pro budovu je celkový obvod budovy. Pro výpočet části budovy je P délka stěn oddělující vytápěný prostor od venkovního prostředí.

Stanovení $U_{equie,k}$ – s podlahou na zemině

$U_{equiv,bf}$ pro podlahu na terénu

B' m	$U_{equiv,bf}$ W/m ² K				
	neizolovaná	$U_{podl} = 2,0$	$U_{podl} = 1,0$	$U_{podl} = 0,5$	$U_{podl} = 0,25$
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

Obr. 14 Vztahy pro výpočet tepelných ztrát objektu [17]

Tab. 3 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 101

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost: 101 klubovna									
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	U _{kce} [W/m ² K]	e _k	A _k *U _k *e _k
Obvodová stěna 1	28,00	3,00	84,00	46,50	0,15	0,04	0,19	1	8,60
Okno	25,00	1,50	37,50	27,55	0,90	0,00	0,90	1	23,80
Pochozí střecha	-	-	-	114,50	0,15	0,04	0,19	1	19,76
Celková měrná ztráta do venkovního prostředí HT, ie=ΣA _k *U _k *e _k [W/K]									
Tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty									
Označení konstrukce	Šířka [m]	Místnost	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k	f _{ij}	A _k *U _k *f _{ij}	
Příčky		107,106	6,4	3	19,2	19,2	0,059	1,235	1,395
Tepelné ztráty zeminou									
Označení konstrukce	A _k [m ²]	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w		
Podlaha na zemině 1	114,5	0,16	16,32						
		ΣA _k *U _{equiv,k}	16,32	1,45	0,5	1	0,73		
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT, ig=Σ(ΣA _k *U _{equiv,k})*f _{g1} *f _{g2} *G _w [W/K]									
Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT, i=									
	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} -θ _e [°C]	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]				
	20	-12	32	65,39	2223,24				

Tab. 4 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 126

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost: 126 sprchy										
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k [W/m ² ·K]	ΔU [W/m ² ·K]	U _{kce} [W/m ² ·K]	e _k	A _k *U _k *e _k	
Obvodová stěna 2	4,30	3,00	12,90	12,35	0,22	0,04	0,26	1	3,21	
Okno	0,93	0,60	0,56	0,10	0,90	0,00	0,90	1	0,09	
Nepochozí střecha	-	-	-	4,62	0,16	0,04	0,20	1	0,92	
Celková měrná ztráta do venkovního prostředí HT, ie=ΣA _k *U _k *e _k [W/K]										
4,22										
Tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty										
Označení konstrukce	Šířka [m]	Místnost	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k	f _{ij}	A _k *U _k *f _{ij}		
Příčky		125	2,2	3	6,6	5,024	1,235	0,056	0,345	
Dveře		125	0,8	1,97	1,576	1,102	1,7	0,056	0,104	
Celková měrná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty										
0,449										
Tepelné ztráty zeminou										
Označení konstrukce	A _k [m ²]	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w			
Podlaha na zemině 2	4,62	0,17	0,785	1,45	0,5	1	0,73			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT, ig=Σ(A _k *U _{equiv,k})*f _{g1} *f _{g2} *G _w [W/K]										
0,57										
Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT, i=										
5,24										
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} -θ _e [°C]	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]						
24	-12	36	5,24	188,63						

Tab. 5 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 129

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost: 129 chodba										
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	U _{ke} [W/m ² K]	e _k	A _k ·U _k ·e _k	
Obvodová stěna 2	9,70	3,00	29,10	25,55	0,22	0,04	0,26	1	6,67	
Dveře (2x)	0,90	1,97	3,55	4,15	1,30	0,00	1,30	1	5,40	
Nepochozí střecha	-	-	-	19,23	0,16	0,04	0,20	1	3,85	
Celková měrná ztráta do venkovního prostředí HT, ie=ΣA _k ·U _k ·e _k [W/K]										15,92
Tepelné ztráty zeminou										
Označení konstrukce	A _k [m ²]	U _{equiv,k}	A _k ·U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} ·f _{g2} ·G _w			
Podlaha na zemině 2	19,23	0,17	3,269							
		ΣA _k ·U _{equiv,k}	3,269	1,45	0,5	1	0,73			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT, ig=Σ(A _k ·U _{equiv,k})·f _{g1} ·f _{g2} [W/K]										2,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT, i=										18,29
	θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]					
	20	-12	32	18,29	658,29					

Tab. 6 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 131

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost: 131 sprchy										
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	U _{kce} [W/m ² K]	e _k	A _k *U _k *e _k	
Obvodová stěna 2	2,70	3,00	8,10	6,90	0,22	0,04	0,26	1	1,80	
Okno	2,00	0,60	1,20	0,42	0,90	0,00	0,90	1	0,38	
Nepochozí střecha	-	-	-	5,67	0,16	0,04	0,20	1	1,13	
Celková měrná ztráta do venkovního prostředí HT, ie=ΣA _k *U _k *e _k [W/K]										
3,31										
Tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty										
Označení konstrukce	Místnost	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	A _k [m ²]	U _k	f _{ij}	A _k *U _k *f _{ij}		
Příčky	133, 132, 130	4,8	3	14,4	12,824	1,235	0,059	0,932		
Dveře	125	0,8	1,97	1,576	1,102	1,7	0,059	0,110		
Celková měrná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty										
1,042										
Tepelné ztráty zeminou										
Označení konstrukce	A _k [m ²]	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w			
Podlaha na zemině 2	5,67	0,17	0,964							
		ΣA _k *U _{equiv,k}	0,964	1,45	0,5	1	0,73			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT, ig=Σ(A _k *U _{equiv,k})*f _{g1} *f _{g2} [W/K]										
0,70										
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT, ig=Σ(A _k *U _{equiv,k})*f _{g1} *f _{g2} [W/K]										
5,05										
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT, ig=Σ(A _k *U _{equiv,k})*f _{g1} *f _{g2} [W/K]										
Návrhová ztráta prostupem θ _{ri} [W]										
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} -θ _e [°C]	H _{T,i}							
24	-12	36	5,05							
				181,93						

4. VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [\text{m}^2]$$

l_a – výška zasklení

l_b – šířka zasklení

f – odstup od svislé stínící překážky (běžně šířka rámu)

g – odstup od vodorovné stínící překážky (běžně šířka rámu)

c – hloubka okna (venkovní nadpraží, balkón)

d – hloubka okna (venkovní ostění či hloubka vodorovného slunolamu)

Vodorovný stín

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \quad [\text{m}]$$

Svislý stín

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \quad [\text{m}]$$

Poznámka ke geometrii stínů: Pokud je rozdíl azimutů stěny a slunce $|\alpha - \gamma| > 90^\circ$, znamená to, že okno je celé ve stínu a počítat délky stínů je zbytečné, protože $S_{os} = 0$. Dnešní plastová okna mají poměrně masivní rámy, rám okna a křídla (f, g) má šířku 100 až 150 mm. Pokud délka stínu e_1 nebo e_2 je menší než šířka rámu g nebo f , znamená to, že stín dopadá na rám. V tom případě se stín nezapočte (na sklo dopadá přímé sluneční záření).

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}] \cdot s \quad [\text{W}]$$

c_0 – korekce na čistotu atmosféry

$c_0 = 0,85$ pro městskou a průmyslovou oblast

$c_0 = 1,15$ pro venkovskou oblast

I_o – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem

$I_{o \text{ dif}}$ – intenzita difúzní radiace (nahradíme příslušnou hodnotou pro severní směr) procházející oknem

s – stínící součinitel

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [\text{W}]$$

t_i – teplota interiéru

t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [\text{W}]$$

Tepelné zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [\text{W}]$$

S – plocha stěny s odečtenými otvory $[\text{m}^2]$

t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta} \quad [-]$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

δ – tloušťka stěny $[\text{m}]$

$t_{r\psi}$ – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ :

o kolik hodin dopředu se má brát rovnocenná teplota

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

Tepelná produkce svítidel

Pás 5 m od oken nemusí být osvětlený umělým osvětlením

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W]$$

 S_s – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m]. P_s – výkon osvětlení [W/m²] c_1 – součinitel současnosti používání svítidel [-] c_2 – zbytkový součinitel 1, při odsávání vzduchu z okolí svítidel 0,7**Obr. 15** Vztahy pro výpočet tepelných zisků objektu [18]**Tab. 7** Výpočet tepelných zisků pro místnost 101

Výpočet tepelné zisků pro místnost: 101 klubovna				
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	U _k [W/m ² K]
Obvodová stěna 1	28,00	3,00	84,00	0,15
Okno	sever 18, jih 7	1,50	37,50	0,90
Tepelné zisky okny				
Velikost osluněné části okna - okna na sever				
Výška zasklení [m]	Šířka zasklení [m]	Šířka rámu [m]	Hloubka okna	Výška slunce
1,5	18	0,1	0,2	60
e1	e2	lα-γl	S ₀₅	
0,00	0,00	180	0,00	
Velikost osuněné části okna - okna na jih				
Výška zasklení [m]	Šířka zasklení [m]	Šířka rámu [m]	Hloubka okna [m]	výška slunce nad obzorem
1,5	7	0,1	0,2	60
e1	e2	lα-γl	S ₀₅	
0,00	0,35	0	9,83	
Tepelný zisk sluneční radiací				
okna sever	Q _{or} [W]= 0			stínící souč.
okna jih	Q _{or} [W]= 1402,85			0,4
Tepelný zisk konvekci				
okna sever	Q _{ok} [W]= 243			
okna jih	Q _{ok} [W]= 94,5			
			Celková tepelná zátěž okny Q _o [W]=	1740,35
Tepelná zátěž vnějších stěn				
stěna	t _{rm}	t _{rψ}	m	Q _{ok} [W]
sever	26,2	16,9	0,13	12,22
jih	29,6	21,2	0,13	9,60
Produkce tepla lidí a pokrmů				
počet lidí		q _m [W]	Q _l [W]	
40 sedící		68	2720	
3 obsluha		124	210	
Celková tepelná zátěž Q _t =				4482,17

Tab. 8 Výpočet tepelných zisků pro místnost 126

Výpočet tepelné zisků pro místnost: 126 sprchy				
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	U _k [W/m ² K]
Obvodová stěna 2	2,2 + 2,1	3,00	12,90	0,22
Okno	0,93	0,60	0,56	0,90
Tepelné zisky okny				
Velikost osluněné části okna - okna na sever				
Výška zasklení [m]	Šířka zasklení [m]	Šířka rámu [m]	Hloubka okna [m]	Výška slunce nad obzorem
0,6	0,93	0,1	0,2	44
e1	e2	α-γ1	S _{OS}	
0,08	0,21	21	0,49	
Tepelný zisk sluneční radiací				
okno	Q _{or} [W]= 191,00			stínící souč.
				0,9
Tepelný zisk konvekci				
okno	Q _{ok} [W]= 1,00			
Celková tepelná zátěž okny Q _o [W]=				192,01
Tepelná zátěž vnějších stěn				
stěna	t _{rm}	t _{rψ}	m	Q _{ok} [W]
jihozápad	30,2	18,1	0,28	7,47
jihovýchod	30,2	35,5	0,28	4,92
Produkce tepla lidí a pokrmů				
počet lidí		q _m [W]	Q _l [W]	
3 sedící		60	120	
Celková tepelná zátěž Q _l =				324,40

Tab. 9 Výpočet tepelných zisků pro místnost 129

Výpočet tepelné zisků pro místnost: 129 chodba				
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	U _k [W/m ² K]
Obvodová stěna 2	9,70	3,00	29,10	0,22
2x dveře	0,90	1,97	3,55	1,30
Tepelná zátěž vnějších stěn				
stěna	t _{rm}	t _{rψ}	m	Q _{ok} [W]
severovýchod	27,8	18,1	0,28	3,37
Tepelná zátěž - dveře				
severovýchod				98,99
Produkce tepla lidí,pokrmů, svítidel				
svítidla	Ss	Ps	Qs	
	16,01	20	320,1	
počet lidí		q _m [W]	Q _l [W]	
15 stojící		60	120	
Celková tepelná zátěž Q _L =				542,46

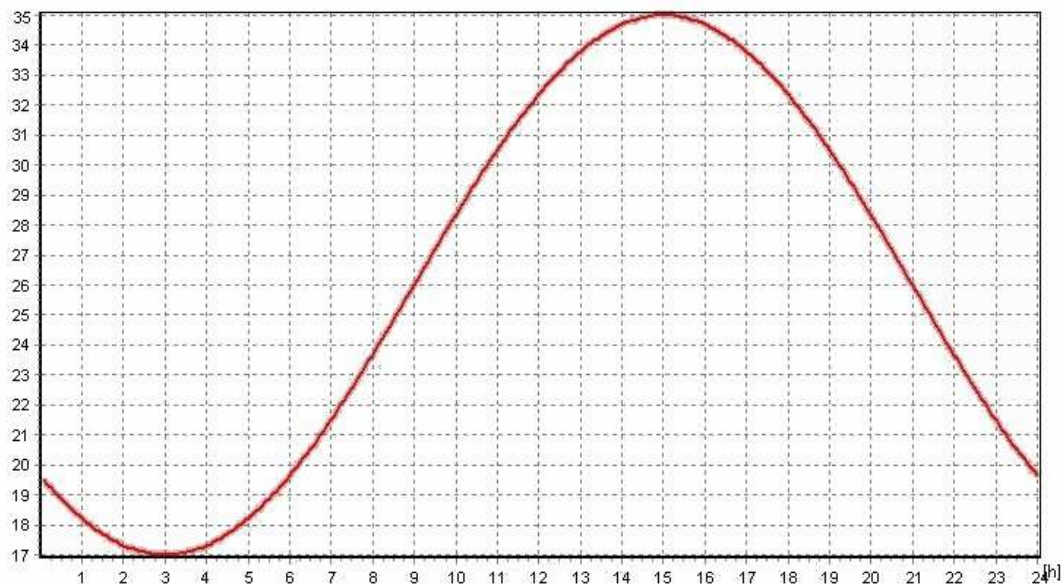
Tab. 10 Výpočet tepelných zisků pro místnost 131

Výpočet tepelné zisků pro místnost: 131 sprchy				
Označení konstrukce	Šířka [m]	Výška [m]	A [m ²]	U _k [W/m ² K]
Obvodová stěna 2	2,70	3,00	8,10	0,22
Okno	2,00	0,60	1,20	0,90
Tepelné zisky okny				
Velikost osluněné části okna - okna na sever				
Výška zasklení [m]	Šířka zasklení [m]	Šířka rámu [m]	Hloubka okna [m]	Výška slunce nad obzorem
0,6	2	0,1	0,2	44
e1	e2	lα-γl	S _{os}	
0,08	0,21	21	1,14	
Tepelný zisk sluneční radiací				
okno	Q _{orl} [W]= 431,83			stínící souč.
				0,9
Tepelný zisk konvekci				
okno	Q _{okl} [W]= 2,16			
			Celková tepelná zátěž okny Q _o [W]= 433,99	
Tepelná zátěž vnějších stěn				
stěna	t _{rm}	t _{rψ}	m	Q _{okl} [W]
jihozápad	30,2	18,1	0,28	7,47
jihovýchod	30,2	35,5	0,28	4,92
Produkce tepla lidí a pokrmů				
počet lidí		q _m [W]	Q _l [W]	
3) sedící		60	120	
Celková tepelná zátěž Q _L =				566,38

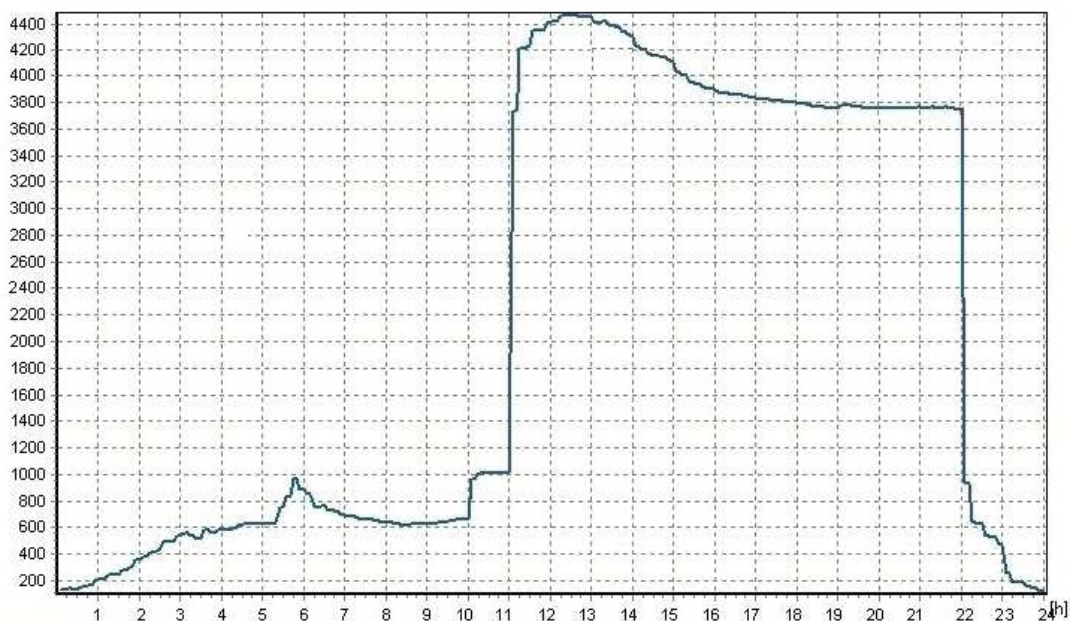
Výpočet tepelných zisků pro místnost 101 - klubovna byl proveden pro kontrolu v programu Teruna.

Výpočet teploty, byl stanoven pro den 21.7.

Místnost 101 – Klubovna



Obr. 16 Průběh venkovní teploty



Obr. 17 Průběh tepelné zátěže pro místnost 101

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Venkovní stěna

+----klubovna, s okny (47.59m², 0.45m, 0.069W/mK, 670kg/m³, 900kJ/kgK)

Venkovní stěna

+----klubovna, s okny (0.85m², 0.45m, 0.069W/mK, 670kg/m³, 900kJ/kgK)

+----okno 1 (37m², 1.2W/m²K)

Venkovní stěna

+----Střecha (114,5m², 0.68m, 0.11W/mK, 950kg/m³, 900kJ/kgK)

Symetrická stěna

+----Klubovna příčky (67.49m², 0.15m, 0.29W/mK, 900kg/m³, 960kJ/kgK)

Symetrická stěna

+----nosná (13.86m², 0.3m, 0.8W/mK, 1700kg/m³, 900kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+----nábytek (20m², 400kg, 800kJ/kgK)

Podlaha

+----podlaha beton (110m², 0.317m, 1.2W/mK, 1500kg/m³, 800kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 385m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: 1.7.2002-31.7.2002 Brno - data Veveří

Osvětlení[1]: 18 - 22h, 90W

Větrání[1]: 11 - 23h, 100m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 11 - 22h, 75kg, počet osob: 40

Biologická produkce[2]: 10 - 23h, 75kg, počet osob: 3

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 0h: Citelné teplo Max= 4405,9W

21.7. 0h: Citelné teplo Min= 56,13W

21.7. 0h: Vázané teplo=1021,22W Merna Tz = 3,12W/K

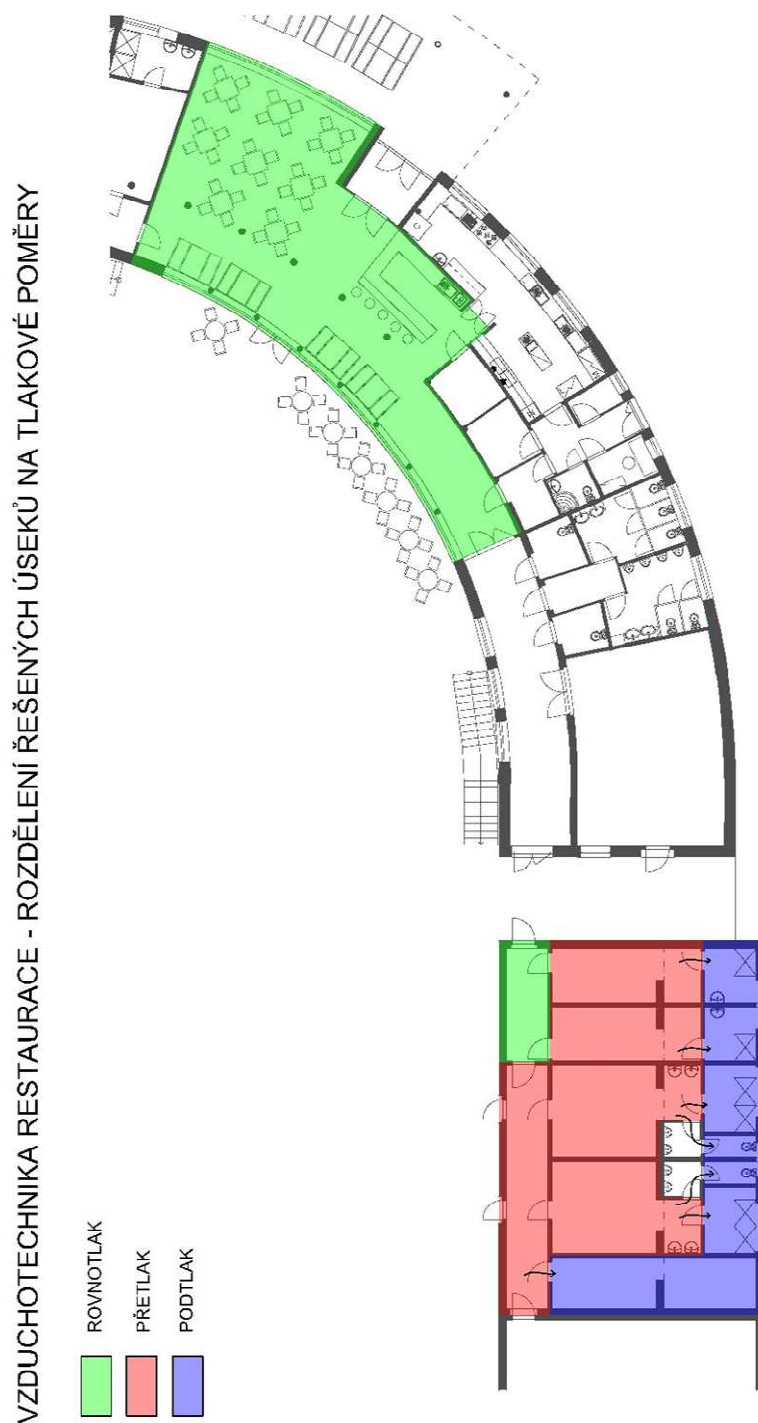
21.7. 0h: Potřeba chladu = 34,18kWh Potřeba tepla = 0kWh

5. NÁVRH PRŮTOKU VZDUCHU

Tab. 11 Průtoky vzduchu

Číslo zařízení	Místnost			Léto	Zima	Tepelná bilance		Přiváděný vzduch						Zvolený přívod	Zvolený odvod				
	Název místnosti	Plocha (m ²)	Objem (m ³)			Počet osob	t (°C)	φ (%)	Tepelné zisky (W)	Tepelné ztráty(W)	Dávka čerstvého vzduchu (m ³ /h) hygienické minimum	Dávka vzduchu na pokrytí tep. Zisků	Dávka vzduchu na pokrytí tep. Ztrát			Teplota v létě (°C)	Teplota v zimě (°C)	Výměna (h ⁻¹)	Množství vzduchu (m ³ /h)
2	1	101 klubovna	110	385	40	25	60	20	45	4482	2223,24	1200	4437,6	4402,5	22	21,5	11,4	4400	4400
		124 Chodba	7,51	22,53	18	24	50	20	40	413	501	540	1226,7	744,1	23	22	26,6	600	600
		125 Šatna	12,93	38,79	9	24	50	22	40	23	21	450	68,3	62,4	-	22	11,6	450	370
		126 Sprchy	4,62	13,86	2	26	75	24	70	324	189	100	962,4	280,7	23	22	10,8	150	230
		127 Šatna	12,93	38,79	9	24	50	22	40	23	21	450	68,3	62,4	23	22	11,6	450	370
		128 Sprchy	4,62	13,86	2	26	75	24	70	402	352	100	1194,1	522,8	23	22	10,8	150	230
		129 Chodba	16,07	48,21	15	24	50	20	40	542	658	450	1609,9	977,2	23	22	14,5	700	600
		130 Šatna	19,23	57,69	9	24	50	22	40	34	31	450	101,0	46,0	23	22	7,8	450	320
		131 Sprchy	5,67	17,01	2	26	75	24	70	566	182	100	1681,2	270,3	23	22	17,6	300	350
		132 Předstíň s umyvadly	2,1	6,3	1	24	50	22	40	4	160	30	11,9	237,6	-	22	-	-	-
		133 WC	1,9	5,7	1	24	50	22	40	3	144	50	8,9	213,9	-	22	8,8	-	50
		134 Šatna	19,23	57,69	9	24	50	22	40	34	31	450	101,0	46,0	23	22	7,8	450	320
		135 Sprchy	5,67	17,01	2	26	50	24	70	496	432	100	1473,3	641,6	23	22	17,6	300	350
		136 Předstíň s umyvadly	2,1	6,3	1	24	50	22	40	4	160	30	11,9	475,2	-	22	-	-	-
		137 WC	1,9	5,7	1	24	50	22	40	3	144	50	8,9	427,7	-	22	8,8	-	50
		138 Technická místnost	16,69	50,07	2	24	50	18	40	1463	1272	60	2172,8	944,6	-	22	2,0	-	100

6. ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA TLAKOVÉ POMĚRY



Obr. 18 Tlakové poměry řešených úseků objektu

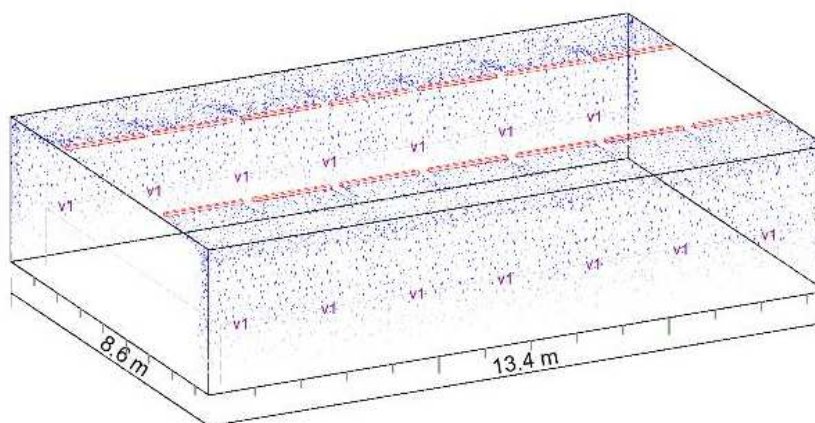
7. DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

Přívodní a odvodní elementy byly navrženy (dle vypočtené potřeby přívodu vzduchu) v programu Halton HIT Design. Do programu byly zadány rozměry místností (místnosti je možné zadat pouze jako tvar kvádru → místnost „klubovna“, která má nepravidelný tvar, byla navržena tak, aby odpovídala svým objemem), průtok, teplota vzduchu a výška pobytové zóny. Výstupem je model s rozmístěním a znázorněným prouděním vzduchu s užitých elementů.

7.1 Štěrbínové výústky

Štěrbínové výústky byly navrženy do prostor „klubovny“ – jídelny po obvodu místnosti – u vnějších stěn.

SLN-2-1672 štěrbiny 2/0			
Chlazení		2010.09	
Místnost:		Průtok přívodního vzduchu:	4400 m ³ /h (14 x 314 m ³ /h)
Velikost místnosti:	13.4 x 8.6 x 3.0 m		38.2 m ³ /(h.m ²)
Zóna pobytu:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Teplota přívodního vzduchu:	22.0 °C
Vzduch v místnosti:	25.0 °C / 50 %	Tlaková ztráta:	8 Pa
Tepelný zisk:	4290 W	Celk. hladina akust. tlaku:	32 dB(A)
Instalační výška:	3.00 m	Celkový chladič výkon:	4385 W (14 x 313 W)
			38 W/m ²
		L _d :	-
Bod stanovení rychlosti	v1		
v	-0.25 m/s		
▲T	-0.1 °C		
vlim = 0.15 m/s			

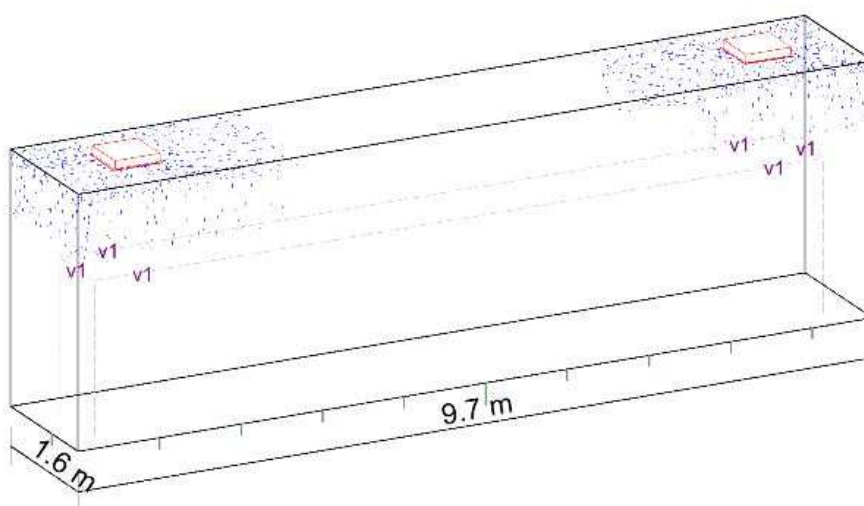


Obr. 19 Model distribuce vzduchu pro místnost 101 – přívod – štěrbínové výústky

7.2 Vířivé anemostaty

Vířivé anemostaty byly navrženy pro odvod vzduchu z „klubovny“ a pro přívod a odvod vzduchu z některých místností obsluhovaných zařízením č. 2.

Chlazení		TSB-200		2018.09
Místnost: 01 132		Průtok přívodního vzduchu:	600 m ³ /h (2 x 300 m ³ /h)	
Velikost místnosti:	9.7 x 1.6 x 3.0 m		37.3 m ³ /(h.m ²)	
Zóna pobytu:	h=1.8 m / dw=0.4 m	Teplota přívodního vzduchu:	22.0 °C	
Vzduch v místnosti:	25.0 °C / 50 %	Tlaková ztráta:	10 Pa	
Tepelný zisk:	572 W	Celk. hladina akust. tlaku:	21 dB(A)	
Instalační výška:	3.00 m	Celkový chladicí výkon:	598 W (2 x 299 W)	
			37 W/m ²	
		L _d :	-	
Bod stanovení rychlosti	v1			
v	-0.05 m/s			
ΔT	-0.0 °C			
v _{lim} = 0.20 m/s				

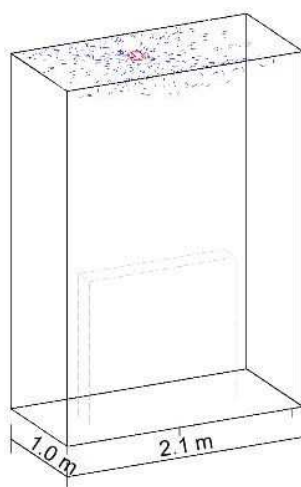


Obr. 20 Model distribuce vzduchu pro místnost 129 – přívod – vířivé anemostaty

7.3 Talířové ventily

Talířové ventily byly navrženy pro odvod vzduchu z WC a sprch obsluhovaných zařízením č. 2.

Chlazení		ULC-100		2005 10
Místnost: 01 záchod		Průtok přívodního vzduchu	60 m ³ /h	
Velikost místnosti:	2.1 x 1.0 x 3.0 m	Teplota přívodního vzduchu:	22.0 °C	
Zóna pobytu:	h=1.2 m / dw=0.4 m	Tlaková ztráta:	23 Pa	
Vzduch v místnosti:	25.0 °C / 50 %	Hladina akustického tlaku:	16 dB(A) 25m ² sab	
Tepelný zisk:	451 W	Celk. hladina akust. tlaku:	16 dB(A)	
Instalační výška:	3.00 m	Celkový chladicí výkon:	60 W	
		L _d :	-	
		Nastavení difuzoru:	13.0	
Bod stanovení rychlosti				
v				
ΔT				
vlim = 0.20 m/s				



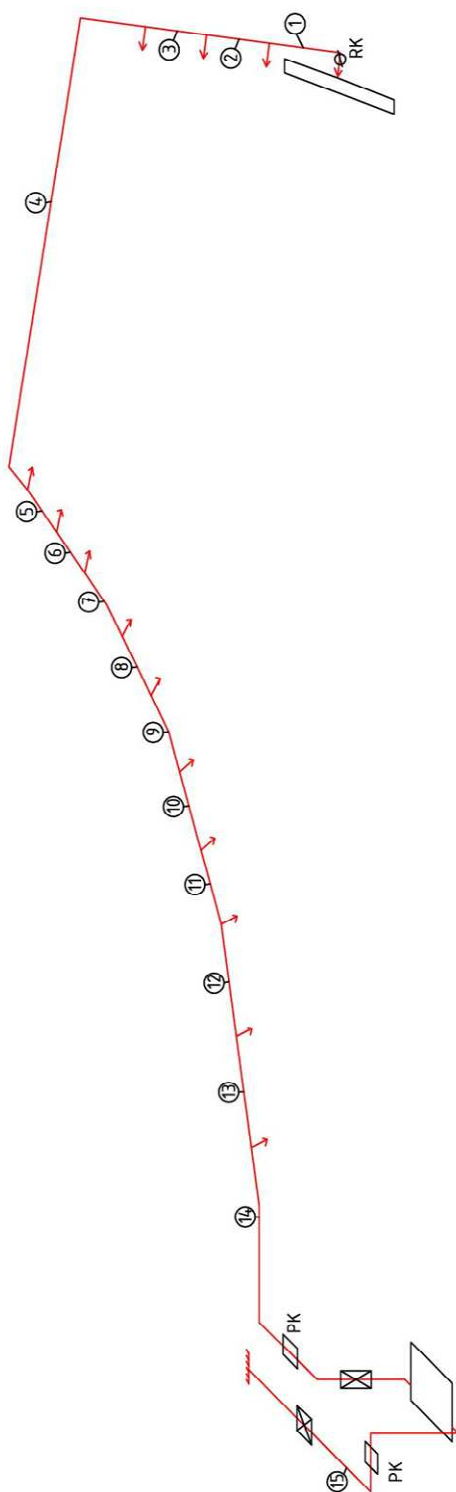
Obr. 21 Model distribuce vzduchu pro místnost 133 – odvod – talířový ventil

Tab. 12 Distribuční elementy

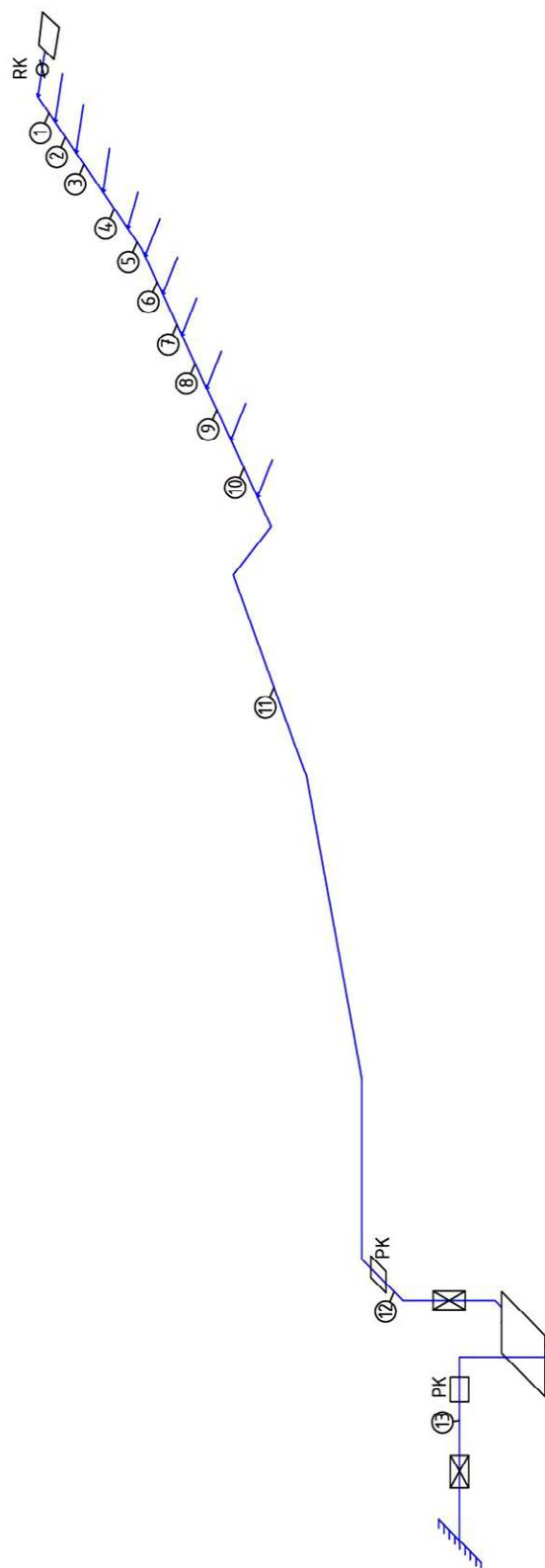
Tabulka místností

č. místnosti	účel místnosti	Plocha (m ²)	Objem (m ³)	přívod/ odvod	Označení výstky	Počet (ks)	Průtok na 1 prvek (m ³ /h)	Δpc (Pa)	wL (m/s)	Lwa (dB)	hz (m)
Zařízení č. 1											
101	Klubovna	110,00	385	P	SLN-2-1672	14	314	8	0,25	32	1,2
				O	TSB-160	11	440	29	0,1	36	1,2
Zařízení č. 2											
124	Chodba	7,51	22,53	P	TSB-250	1	600	34	0,2	25	1,8
				O	TSB-250	1	600	34	0,2	18	1,8
125	Šatna	12,93	38,79	P	TSB-200	1	400	31	0,15	8	1,8
				O	TSB-200	1	350	8	0,15	11	1,8
126	Sprchy	4,62	13,86	P	JTH/S-200-295	1	150	22	0,1	22	1,8
				O	talířový ventil ULC-125	1	200	27	0,1	25	1,8
127	Šatna	12,93	38,79	P	TSB-200	1	400	6	0,15	34	1,8
				O	TSB-200	1	350	29	0,15	28	1,8
128	Sprchy	4,60	13,8	P	JTH/S-200-295	1	150	10	0,15	12	1,8
				O	talířový ventil ULC-125	1	200	15	0,2	15	1,8
129	Chodba	16,07	48,21	P	TSB-160	2	350	22	0,1	22	1,8
				O	TSB-160	2	300	27	0,1	25	1,8
130	Šatna	19,23	57,69	P	TSB-160	1	350	31	0,15	29	1,8
				O	TSB-160	1	250	14	0,1	8	1,8
131	Sprchy	5,67	17,01	P	JTH/S-200-495-R	1	300	19	0,15	23	1,8
				O	talířový ventil ULC-125	2	450	10	0,2	12	1,8
132	Předstíň s umyvadly	2,10	6,3	P	-	-	-	-	-	-	-
				O	-	-	-	-	-	-	-
133	WC	1,90	5,7	P	-	-	-	-	-	-	-
				O	Talířový ventil ULC-100	1	50	3	0,1	5	1,8
134	Šatna	19,23	57,69	P	TSB-160	1	350	31	0,15	29	1,8
				O	TSB-160	1	250	21	0,1	27	1,8
135	Sprchy	5,67	17,01	P	JTH/S-200-495-R	1	300	19	0,15	23	1,8
				O	talířový ventil ULC-125	2	350	26	0,1	27	1,8
136	Předstíň s umyvadly	2,10	6,3	P	-	-	-	-	-	-	-
				O	-	-	-	-	-	-	-
137	WC	1,90	5,7	P	-	-	-	-	-	-	-
				O	Talířový ventil ULC-100	1	50	3	0,1	5	1,8
138	Technická místnost	16,69	50,07	P	-	-	-	-	-	-	-
				O	JTH/S-200-595-R	1	100	5	0,1	6	1,8

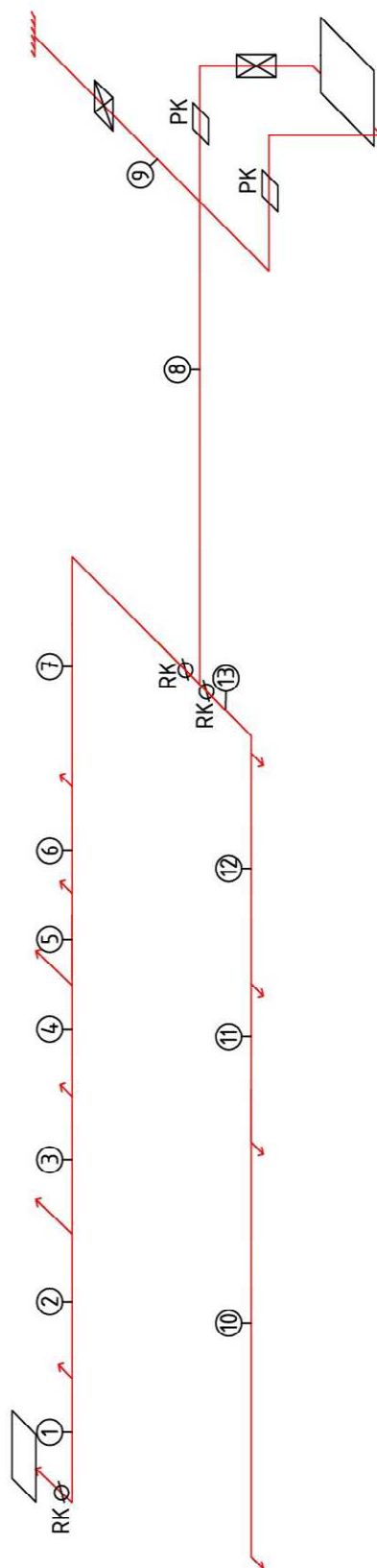
8. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ



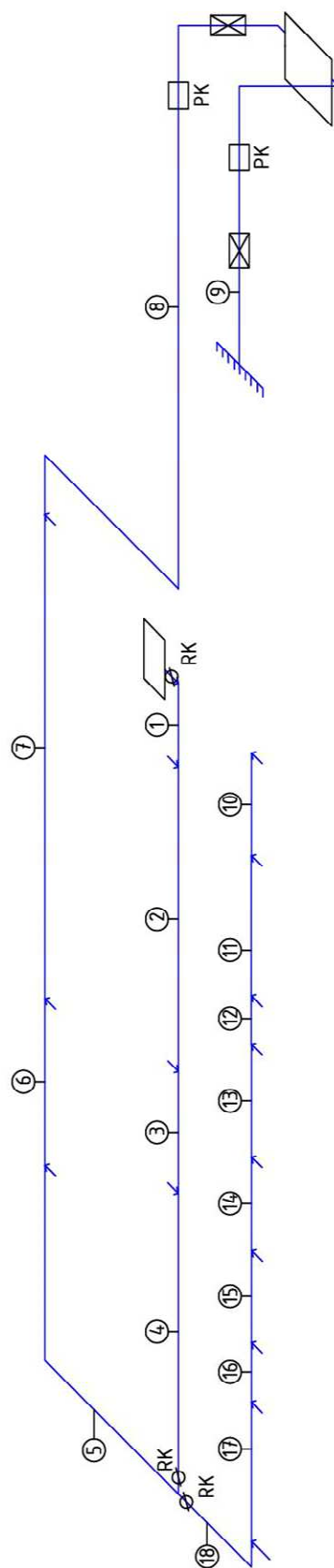
Obr. 22 Axonometrie přívodu pro zařízení č.1 – dimenzační schéma



Obr. 23 Axonometrie odvodu pro zařízení č.1 – dimenzační schéma



Obr. 24 Axonometrie přívodu pro zařízení č.2 – dimenzační schéma



Obr. 25 Axonometrie odvodu pro zařízení č.2 – dimenzační schéma

Tab. 13 Dimenzování – přívod - zařízení č. 1

ZAŘÍZENÍ Č. 1 PŘÍVOD														
č. úseku	m^3/h	V m^3/s	l m	v' m/s	S' m^2	d' mm	A	B	S	v ms^{-1}	R $Pa \cdot m^{-1}$	ξ	Z Pa	$Z+R \cdot L$ Pa
1	314	0,09	1,9	2,5	0,03	0,21	250	200	0,05	1,74	0,53	0,35	0,64	1,64
2	628	0,17	1,8	2,69	0,06	0,29	355	200	0,071	2,46	0,23	0,8	2,90	3,31
3	942	0,26	1,8	2,88	0,09	0,34	400	200	0,08	3,27	0,27	0,7	4,49	4,98
4	1256	0,35	1,0	3,07	0,11	0,38	400	280	0,112	3,12	0,21	1,4	8,15	10,25
5	1570	0,44	1,85	3,26	0,13	0,41	450	280	0,126	3,46	0,29	0,7	5,03	5,57
6	1884	0,52	1,8	3,45	0,15	0,44	450	280	0,126	4,15	0,26	0,8	8,28	8,75
7	2198	0,61	1,85	3,64	0,17	0,46	450	355	0,15975	3,82	0,23	0,7	6,14	6,56
8	2512	0,70	1,85	3,83	0,18	0,48	450	355	0,15975	4,37	0,3	0,7	8,01	8,57
9	2826	0,79	1,85	4,02	0,20	0,50	450	400	0,18	4,36	0,31	0,7	7,99	8,56
10	3140	0,87	1,85	4,21	0,21	0,51	450	450	0,2025	4,31	0,23	0,8	8,91	9,33
11	3454	0,96	1,85	4,4	0,22	0,53	500	450	0,225	4,26	0,36	0,7	7,64	8,30
12	3768	1,05	1,85	4,59	0,23	0,54	500	450	0,225	4,65	0,41	0,7	9,09	9,85
13	4082	1,13	1,85	4,78	0,24	0,55	560	450	0,252	4,50	0,31	0,8	9,72	10,29
14	4396	1,22	1,85	4,97	0,25	0,56	560	450	0,252	4,85	0,36	0,7	9,86	10,53
15	4396	1,22	8,5	5	0,24	0,56	560	450	0,252	4,85	0,35	7,5	105,66	108,64

ELEMENT 29

REGULAČNÍ Klapka 30

2xPOŽÁRNÍ Klapka 50

2xTLUMIČ HLUKU 80

ŽALUZIE 20

$\Delta p_{ext} = 424,13 Pa$

Tab. 14 Dimenzování – odvod - zařízení č.1

ZAŘÍZENÍ Č. 1 ODVOD													
č. úseku	V m ³ /h	V m ³ /s	l m	v' m/s	S' m ²	d' mm	A	B	S	v m·s ⁻¹	R Pa·m ⁻¹	ξ -	Z Pa
1	400	0,09	0,95	2,5	0,03	0,21	250	180	0,0491	1,77	0,65	0,35	0,66
2	800	0,22	0,95	2,7	0,08	0,32	400	250	0,1	2,22	0,35	0,8	2,37
3	1200	0,33	0,95	2,9	0,11	0,38	400	250	0,1	3,33	0,34	0,7	4,67
4	1600	0,44	0,95	3,1	0,14	0,43	400	280	0,112	3,97	0,29	1,4	13,23
5	2000	0,56	0,95	3,3	0,17	0,46	500	280	0,14	3,97	0,3	0,7	6,61
6	2400	0,67	0,95	3,5	0,19	0,49	500	315	0,1575	4,23	0,38	0,8	8,60
7	2800	0,78	0,95	3,7	0,21	0,52	500	355	0,1775	4,38	0,33	0,7	8,06
8	3200	0,89	0,95	3,9	0,23	0,54	500	400	0,2	4,44	0,32	0,7	8,30
9	3600	1,00	0,95	4,1	0,24	0,56	500	450	0,225	4,44	0,41	0,7	8,30
10	4000	1,11	0,95	4,3	0,26	0,57	560	450	0,252	4,41	0,46	0,8	9,33
11	4400	1,22	0,95	4,5	0,27	0,59	560	450	0,252	4,85	0,39	0,7	9,88
13	4400	1,22	1,85	5	0,24	0,56	560	450	0,252	4,85	0,38	0,7	9,88
													10,58
													ELEMENT
													29
													REGULAČNÍ Klapka
													30
													ZAPOŽÁRNÍ Klapka
													50
													ZxTLUMIČ HLUKU
													80
													ŽALUZIE
													20
													Δp _{ext} =
													303,60 Pa

Tab. 15 Dimenzování – přívod - zařízení č.2

ZAŘÍZENÍ Č.2 PŘÍVOD														
č. úseku	V m ³ /h	I m ³ /s	l m	v' m/s	S' m ²	d' mm	A	B	S	v ms ⁻¹	R Pa·m ⁻¹	ξ -	Z Pa	Z+R*L Pa
1	350	0,09	1,65	2,5	0,03	0,21	200	250	0,05	1,74	0,47	0,35	0,64	1,41
2	700	0,19	2,2	2,78	0,07	0,30	250	315	0,07875	2,47	0,44	0,8	2,93	3,89
3	1050	0,29	1,5	3,06	0,10	0,35	315	315	0,099225	2,94	0,47	0,7	3,63	4,33
4	1400	0,39	1,8	3,34	0,12	0,39	315	315	0,099225	3,92	0,45	1,4	12,90	13,71
5	2000	0,56	0,65	3,62	0,15	0,44	355	355	0,126025	4,41	0,43	0,7	8,16	8,44
6	2400	0,67	1,7	3,9	0,17	0,47	355	450	0,15975	4,17	0,47	0,8	8,36	9,16
7	2800	0,78	0,6	4,18	0,19	0,49	450	450	0,2025	3,84	0,45	0,7	6,20	6,47
8	3700	1,03	1,6	4,46	0,23	0,54	450	560	0,252	4,08	0,45	0,7	6,99	7,71
9	3700	1,03	4,8	4,74	0,22	0,53	450	560	0,252	4,08	0,48	0,7	6,99	9,29
ELEMENT														23
2xREGULAČNÍ Klapka														50
3xPOŽÁRNÍ Klapka														90
2xTLUMIČ HLUKU														80
ŽALUZIE														20
Δp _{ext} =														327,41 Pa

PŘÍVOD - VEDLEŠÍ VĚTEV														
č. úseku	V m ³ /h	I m ³ /s	l m	v' m/s	S' m ²	d' mm	A	B	S	v ms ⁻¹	R Pa·m ⁻¹	ξ -	Z Pa	Z+R*L Pa
10	300	0,09	6,2	2,5	0,03	0,21		Ø200	0,0314	2,77	0,41	0,35	1,61	4,15
11	600	0,17	1,4	3,2	0,05	0,26	200	250	0,05	3,33	0,42	0,8	5,33	5,92
12	750	0,21	3,1	3,9	0,05	0,26	250	250	0,0625	3,33	0,59	0,7	4,67	6,50
13	900	0,25	1,93	4,6	0,05	0,26	250	315	0,07875	3,17	0,5	1,4	8,47	9,43
ELEMENT														19
2xREGULAČNÍ Klapka														50
Δp=														95 Pa

Tab. 16 Dimenzování – odvod - zařízení č.2

ZAŘÍZENÍ Č.2 ODVOD												
č. úseku	V m ³ /h	l m	v' m/s	S' m ²	d' mm	A	B	S	v ms ⁻¹	R Pa·m ⁻¹	ξ	Z+R*L Pa
1	350	0,09	1,3	2,5	0,03	200	315	0,063	1,38	0,12	0,35	0,40
2	700	0,19	4,6	2,86	0,07	225	315	0,070875	2,74	0,32	0,8	3,61
3	950	0,26	1,84	3,22	0,08	315	315	0,099225	2,66	0,51	0,7	2,97
4	1200	0,33	4,54	3,58	0,09	355	315	0,111825	2,98	0,53	1,4	7,46
5	2500	0,69	5,8	3,94	0,18	355	500	0,1775	3,91	0,48	0,7	6,43
6	2800	0,78	2,52	4,3	0,18	400	500	0,2	3,89	0,61	0,8	7,26
7	3100	0,86	7,3	4,66	0,18	400	500	0,2	4,31	0,59	0,7	7,79
8	3700	1,03	16,9	5	0,21	450	560	0,252	4,08	0,5	0,7	6,99
9	3700	1,03	6	5	0,21	450	560	0,252	4,08	0,5	0,7	6,99
ELEMENT												9
2xREGULAČNÍ Klapka												50
2xPOŽÁRNÍ Klapka												50
2xTLUMIČ HILUKU												80
ŽALUZIE												20
$\Delta p_{ext} = 283,94 \text{ Pa}$												

ZAŘÍZENÍ Č.2 ODVOD - VEDLEJŠÍ VĚTEV 1												
č. úseku	V m ³ /h	l m	v' m/s	S' m ²	d' mm	A	B	S	v ms ⁻¹	R Pa·m ⁻¹	ξ	Z+R*L Pa
10	200	0,09	1,55	2,5	0,03	200	180	0,036	2,42	0,34	0,35	1,23
11	400	0,11	2,1	2,7	0,04	200	200	0,04	2,78	0,35	0,8	3,70
12	575	0,16	0,7	2,9	0,06	200	225	0,045	3,55	0,44	0,7	5,29
13	750	0,21	1,7	3,1	0,07	200	315	0,063	3,31	0,47	0,7	4,59
14	800	0,22	1,4	3,3	0,07	200	315	0,063	3,53	0,51	0,7	5,23
15	850	0,24	1,4	3,5	0,07	200	400	0,08	2,95	0,67	0,77	4,02
16	1025	0,28	0,9	3,7	0,08	200	400	0,08	3,56	0,71	0,7	5,32
17	1200	0,33	2,1	3,9	0,09	200	450	0,09	3,70	0,77	0,5	4,12
18	1300	0,36	1,3	4,1	0,09	200	500	0,1	3,61	0,8	1,32	10,33
ELEMENT												26
2xREGULAČNÍ Klapka												50
$\Delta p = 127,14 \text{ Pa}$												

9. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[01 Klubovna] 01 Klubovna
01 Klubovna / 01 Klubovna
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+/-10%)	1 327 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	4400 m³/h	4400 m³/h
Externí tlaková rezerva	430 Pa	330 Pa
Rychlost v průřezu	2.69 m/s	2.69 m/s
Příkon ventilátorů	2.51 kW	2.30 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	G4
SFP _{AHU}	2055 W.m³.s	1879 W.m³.s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	31.06 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	3934 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média	
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 12.3 °C	76 %		
Ohřev	12.3 → 21.5 °C	14.5 kW	70/46 °C, Voda, 6.0 kPa, 0.53 m³/h	
Chlazení	35.0 → 22.0 °C	17.9 kW	4/11 °C, Voda, 31.4 kPa, 2.29 m³/h	
Vlhčení	21.5 → 21.5 °C	8 → 33 %	35.0 kg/h, 26.3 kW	

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	41	43	54	64	59	57	51	44	66
Přívod - výtlak	47	55	67	78	81	77	68	62	84
Přívod - okolí	41	41	50	55	58	56	51	41	62
Odvod - sání	42	49	62	73	70	67	62	57	76
Odvod - výtlak	44	50	60	69	73	69	62	54	76
Odvod - okolí	40	41	50	54	57	55	51	40	61

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

ID nabídky

Projekt

Číslo / Název zařízení

Určení jednotky

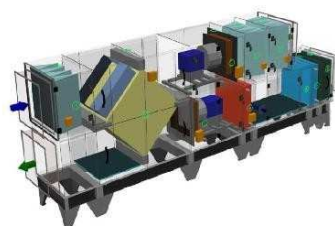
[01 Klubovna] 01 Klubovna

01 Klubovna / 01 Klubovna

Standardní prostředí

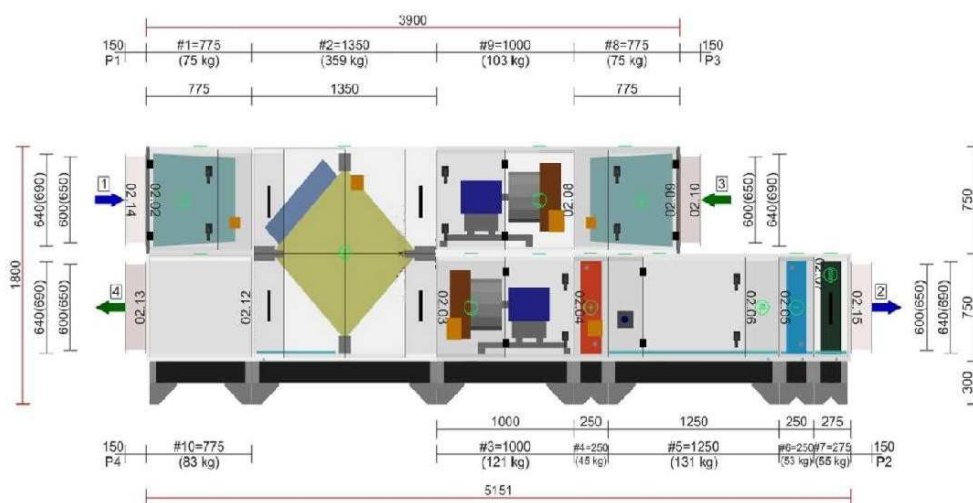


Axonometrický pohled na zařízení

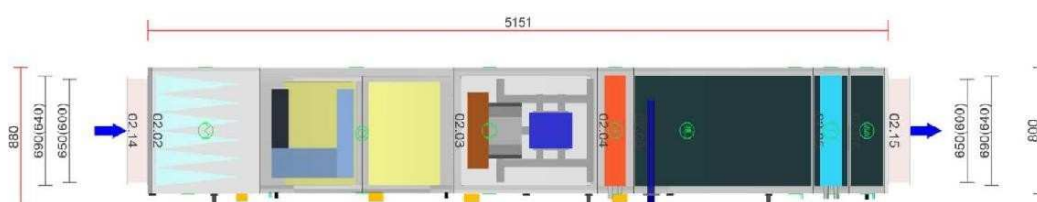


Bokorys servisní strany

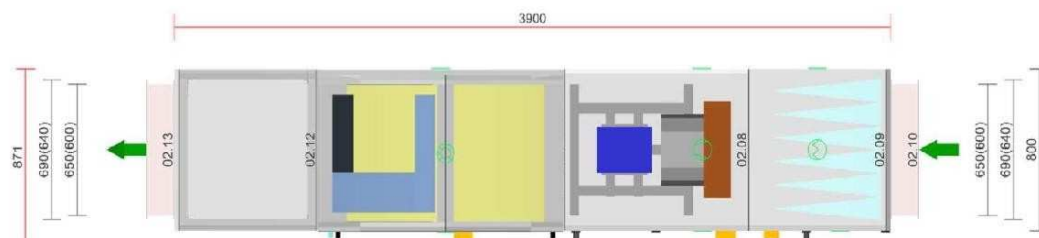
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtažové větve

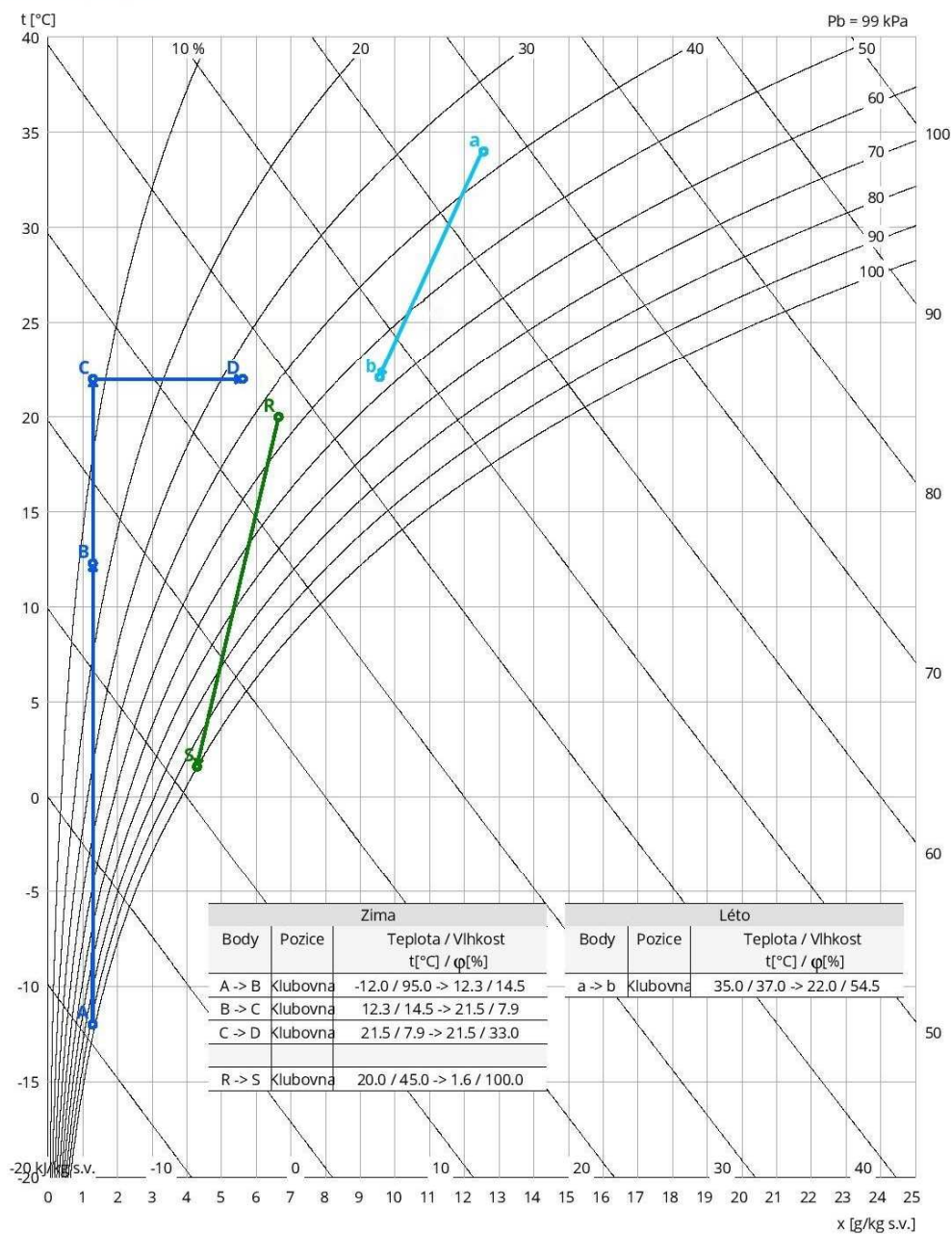


ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[01 Klubovna] 01 Klubovna
01 Klubovna / 01 Klubovna
Standardní prostředí



Psychrometrický diagram



REMAK

Vytvořeno 25.02.2018, 22:18 v programu AeroCAD verze 6.6.12 (09.02.2018), vytisknuto 10.04.2018, 16:47

Strana: 11 / 12

Obr. 26 hx diagram pro zařízení č. 1

ID nabídky	
Projekt	[02 zařízení číslo 2] 02 zařízení číslo 2
Číslo / Název zařízení	02 / 02 zařízení číslo 2
Určení jednotky	Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06
Typ řídicího systému	Není

Model box AMXP3

Hmotnost (+/-10%)	1 221 kg
Umístění jednotky	Vnitřní
Matériálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech



	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	3700 m³/h	3700 m³/h
Externí tlaková rezerva	330 Pa	320 Pa
Rychlost v průřezu	2.45 m/s	2.42 m/s
Příkon ventilátorů	1.70 kW	1.67 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP1	1529 W.m ⁻³ .s	1611 W.m ⁻³ .s

Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	29.72 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	3124 W.m ⁻³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0.5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů		
	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 12.0 °C	73 %
Ohřev	12.0 → 22.0 °C	13.6 kW
Chlazení	35.0 → 23.0 °C	14.0 kW
Vlhčení	22.0 → 22.0 °C	8 → 42 %
		70/45 °C, Voda, 5.0 kPa, 0.48 m³/h
		7/17 °C, Voda, 3.1 kPa, 1.17 m³/h
		35.0 kg/h, 26.3 kW

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt* [dB]					LwA** [dB(A)]			
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	37	41	54	60	57	53	48	41	63
Přívod - výtlak	44	54	68	75	81	77	71	64	84
Přívod - okolí	38	39	50	51	55	52	48	37	59
Odvod - sání	40	48	62	72	71	70	66	60	77
Odvod - výtlak	42	48	59	66	71	67	59	52	74
Odvod - okolí	38	39	49	51	55	52	48	37	59

* Hladiny akustického výkonu v oktávoých pásmech

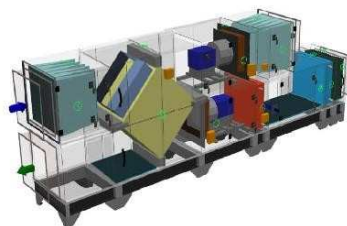
** Celková hladina akustického výkonu

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[02 zařízení číslo 2] 02 zařízení číslo 2
02 / 02 zařízení číslo 2
Standardní prostředí

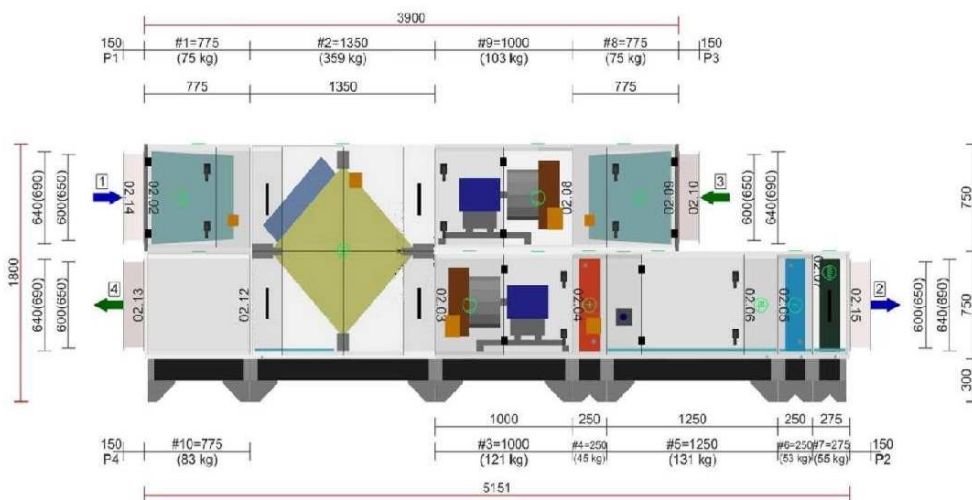


Axonometrický pohled na zařízení

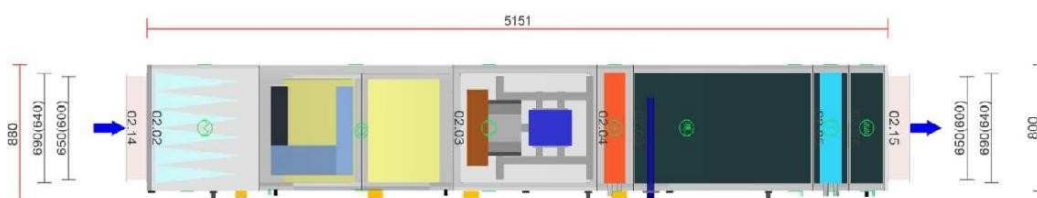


Bokorys servisní strany

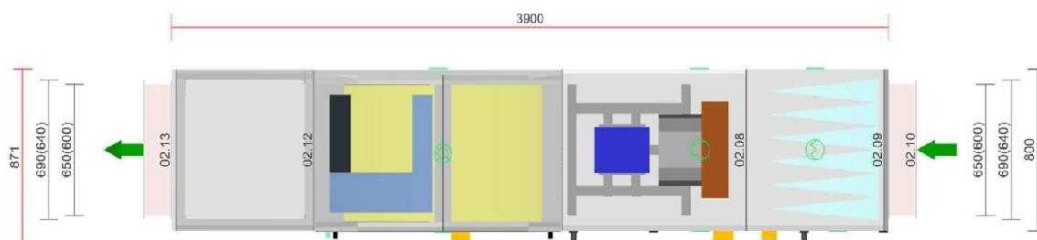
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



ID nabídky

Projekt

Číslo / Název zařízení

Určení jednotky

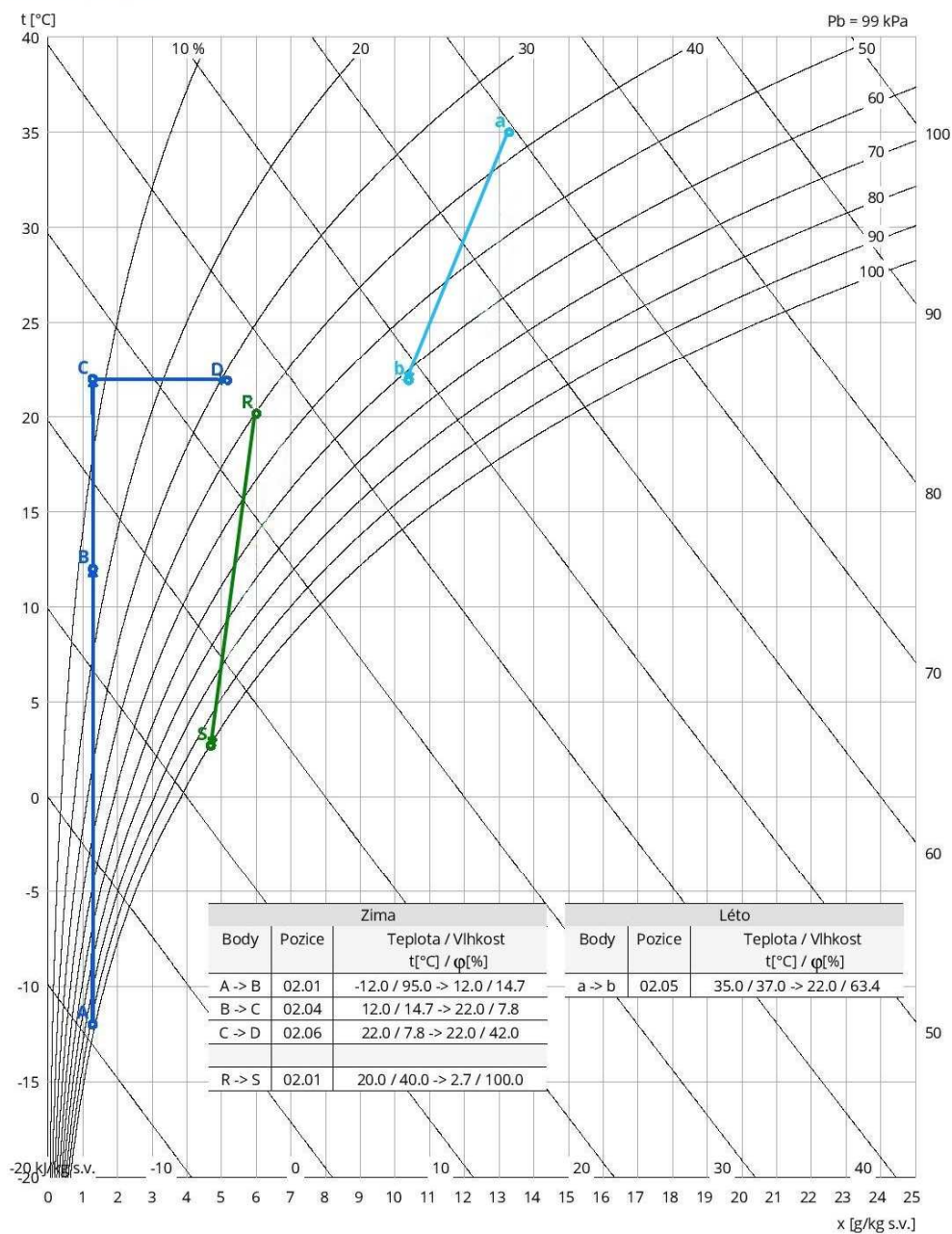
[02 zařízení číslo 2] 02 zařízení číslo 2

02 / 02 zařízení číslo 2

Standardní prostředí



Psychrometrický diagram



Vytvořeno 27.02.2018, 20:20 v programu AeroCAD verze 6. 6. 12 (09.02.2018), vytisknuto 10.04.2018, 16:49

Strana: 10 / 11

Obr. 27 hx diagram pro zařízení č. 2

10. ÚTLUM HLUKU

10.1 Útlum hluku pro zařízení č. 1

Tab. 17 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – přívod sání

Zařízení č.1 - klubovna - přívod sání												
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									součtová hladina	
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		63	
Lw	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB/A)	37	41	54	60	57	53	48	41			
Dp	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Útlum - tlumič hluku 800x500 - 1000	9	12	19	26	28	24	18	10			
	Vlastní hluk tlumiče	44	39	34	30	25	19	13	7			
Lv1	Hladina akustického výkonu ve výústce	30	33	37	37	35	32	31	34		43	
Q	směrový činitel	$L_p = L_{v1} + 10 \cdot \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \right)$ <div>otevřený prostor</div>										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači											1,0
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											35
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											55

Tab. 18 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – přívod výtlač

Zařízení č.1 - klubovna - přívod výtlač										
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
Lw	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB/A)	47	55	67	78	81	77	68	62	84
Dp	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0	
	tlumič 800x500 - 1500	11	15	24	38	41	37	25	15	
	Vlastní hluk tlumiče	44	39	34	30	25	19	13	7	
Lv1	Hladina akustického výkonu ve výústce	33	40	43	40	40	40	43	47	51
Lv	Hladina akustického výkonu výústky									32
K	Korekce na počet výústek							14		11
Ls	Hladina akustického výkonu všech výústek									63
Q	směrový činitel									2
r	vzdálenost od výústky k posluchači									2,0
A	pohltivá plocha místnosti									144
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									51
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									55

$$L_s = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{L_{v1}}{10}} + 10^{\frac{L_{vy}}{10}} \right) + K$$

$$L_k = 10 \cdot \log(n_2)$$

$$L_o = L_{v1} + 10 \cdot \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

$$A = \alpha \cdot S$$

počet výústek:

$$\alpha=0,4$$

křesla obsazená lidmi

Tab. 19 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – odvod sání

Zařízení č.1 - klubovna - odvod sání												
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina		
L _{vy}	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB/A)	42	49	62	73	70	67	62	57	76		
D _p	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0			
	800x500 - 1000	9	12	19	26	28	24	18	10			
	Vlastní hluk tlumiče	44	39	34	30	25	19	13	7			
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	33	37	43	47	42	43	44	47	51		
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky											
K	Korekce na počet výústek	počet výústek: <div>14</div>										
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek											
Q	směrový činitel											
r	vzdálenost od výústky k posluchači											
A	pohltivá plocha místnosti	α=0,4										
L _{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače	křesla obsazená lidmi										
L _{pA}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											
		144										
		48										
		55										

Tab. 20 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – odvod výtlač

Zařízení č.1 - klubovna - odvod výtlač												
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktavových pásmech										
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina		
L_{vy}	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB/A)	44	50	60	69	73	69	62	54	76		
D_p	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0			
	800x500 - 1000	9	12	19	26	28	24	18	10			
	Vlastní hluk tlumiče	44	39	34	30	25	19	13	7			
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	35	38	41	43	45	45	44	44	51		
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky	$L_k = 10 \cdot \log(n_2)$										
K	Korekce na počet výústek	počet výústek: <div>1</div>										
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek	$L_S = 10 \cdot \log(10^{L_{v1}/10} + 10^{L_{vy}/10}) + K$										
Q	směrový činitel	$A = \alpha \cdot S$										
r	vzdálenost od výústky k posluchači	$\alpha=0,1$										
A	pohltivá plocha místnosti	$L_o = L_{v1} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right)$										
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače	Výtlač do průchodu										
$L_{p,A}$	Přepočtená hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											
		50										
		55										

Tab. 21 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – přívod sání

[illegible]

Tab. 22 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – přívod výtlač

Zařízení č.2 - přívod výtlač											
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									součtová hladina
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
L_{vy}	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB/A)	44	54,0	68,0	75,0	81,0	77,0	71,0	64,0	84	
D_p	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Útlum tlumiče hluku 600x500x2000	15	24	32	45	50	46	35	25		
	Vlastní hluk tlumiče	50	45	40	35	30	24	19	13		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	28	33	34	32	31	31	34	44	46	
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky	$L_k = 10 \cdot \log(n_2)$									21
K	Korekce na počet výústek	počet výústek: <div>2</div>									3
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek	$L_S = 10 \cdot \log(10^{L_{v1}/10} + 10^{L_{vy}/10}) + K$									49
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1,5
A	pohltivá plocha místnosti	$A = \alpha \cdot S$ $\alpha=0,3$									24
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače	$L_o = L_{v1} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right)$									43
L_{pA}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

Tab. 23 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – odvod sání

Zařízení č.2 - odvod sání											
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									součtová hladina
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
L_{vy}	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB(A))	40	48,0	62,0	72,0	71,0	70,0	66,0	60,0	76	
D_p	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Útlum tlumiče hluku 600x500x1000	9	12	19	26	28	24	18	10		
	Vlastní hluk tlumiče	50	45	40	35	30	24	19	13		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	32	37	43	46	43	46	48	50	53	
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky	$L_k = 10 \cdot \log(n_2)$									21
K	Korekce na počet výústek	počet výústek: <div>2</div>									3
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek	$L_S = 10 \cdot \log\left(10^{L_{v1}/10} + 10^{L_{vy}/10}\right) + K$									56
Q	směrový činitel	$L_o = L_{v1} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right)$									2
r	vzdálenost od výústky k posluchači	$A = \alpha \cdot S$									5,0
A	pohltivá plocha místnosti	$\alpha=0,3$									24
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										48
L_{pA}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

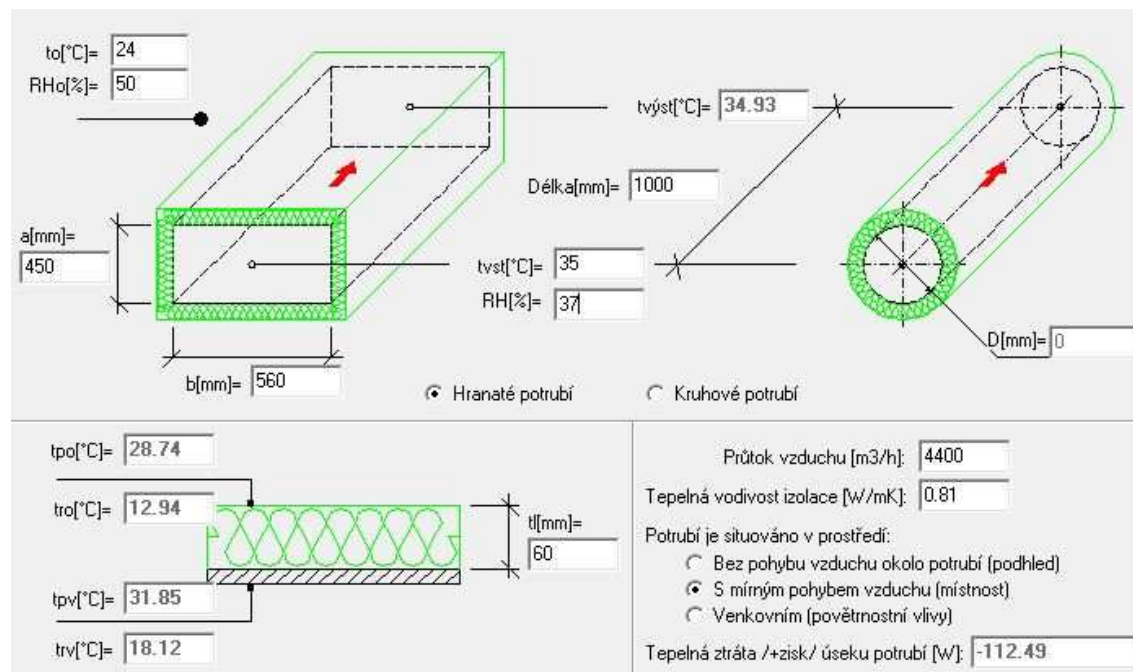
Tab. 24 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – odvod výtlak

Zařízení č.2 - odvod výtlak											
ozn.	veličina	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									souděrná hladina
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
L_{vy}	Hladina akustického výkonu ventilátoru (dB/A)	42	48,0	59,0	66,0	71,0	67,0	59,0	52,0	74	
D_p	Přirozený útlum celkem	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Útlum tlumiče hluku 800x500x1000	9	12	19	26	28	24	18	10		
	Vlastní hluk tlumiče	50	45	40	35	30	24	19	13		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	34	37	41	41	43	43	41	42	49	
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky	$L_k = 10 \cdot \log(\eta_2)$									40
K	Korekce na počet výústek	$A = \alpha \cdot S$									0
		počet výústek: <div>1</div>									50
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek	$L_S = 10 \cdot \log\left(10^{L_{v1}/10} + 10^{L_{vy}/10}\right) + K$									2
Q	směrový činitel	$L_0 = L_{v1} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right)$									1,0
r	vzdálenost od výústky k posluchači	$\alpha=0,1$									7
A	pohltivá plocha místnosti										48
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti	Výtlak do průchodu									55

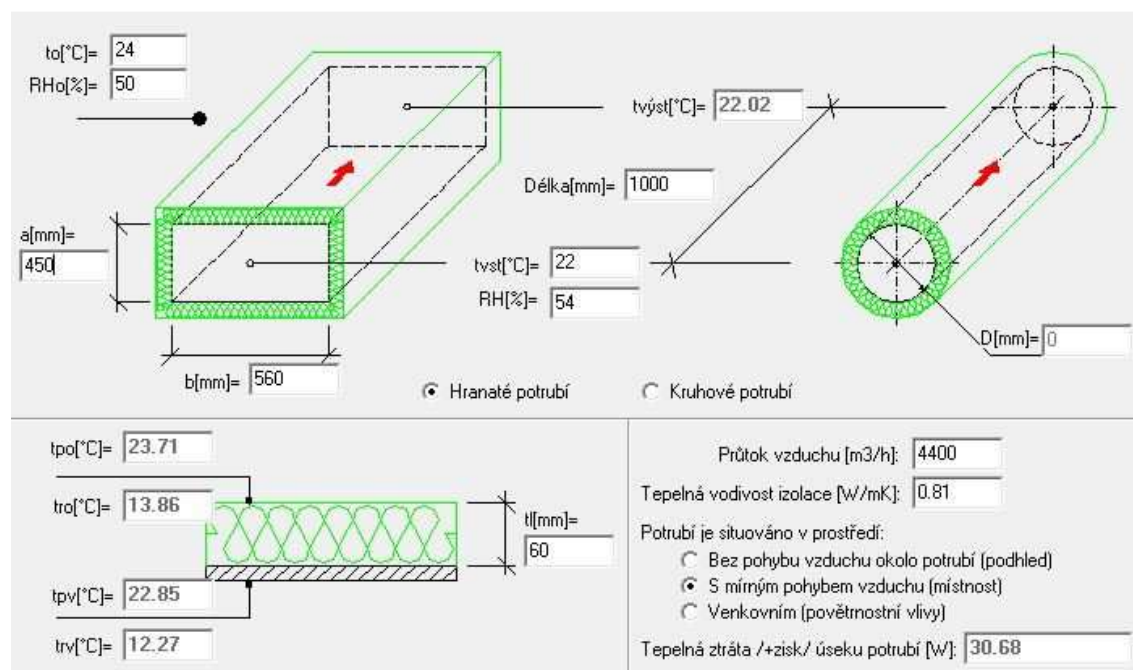
11. IZOLACE POTRUBÍ

Výpočet izolací byl proveden v programu Teruna.

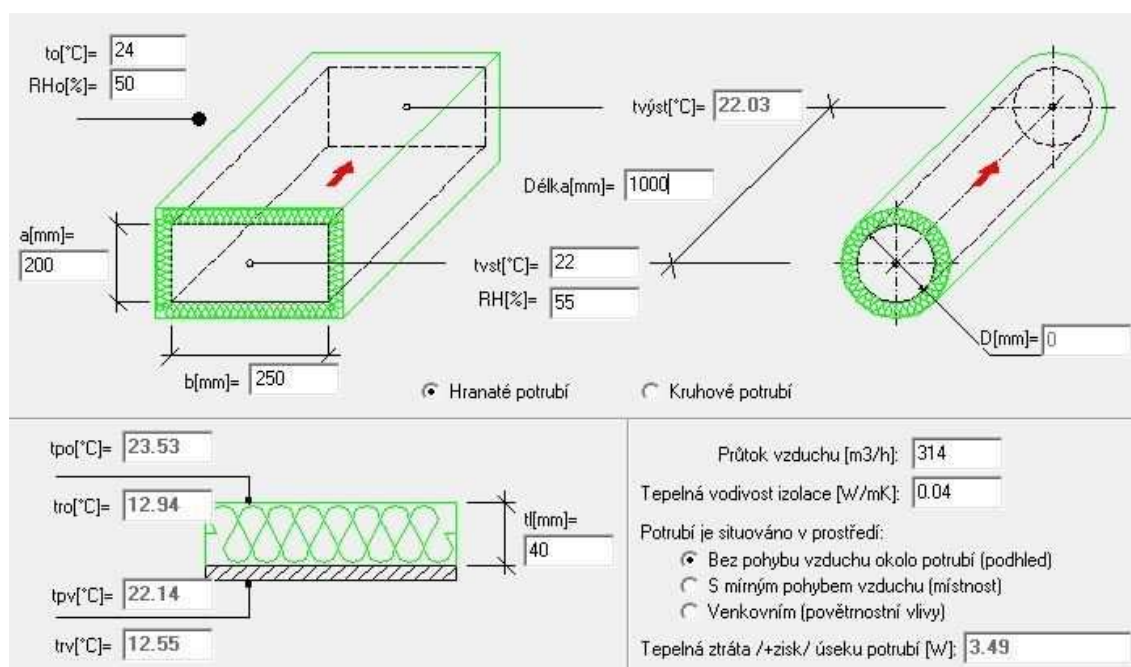
Izolace pro zařízení č. 1



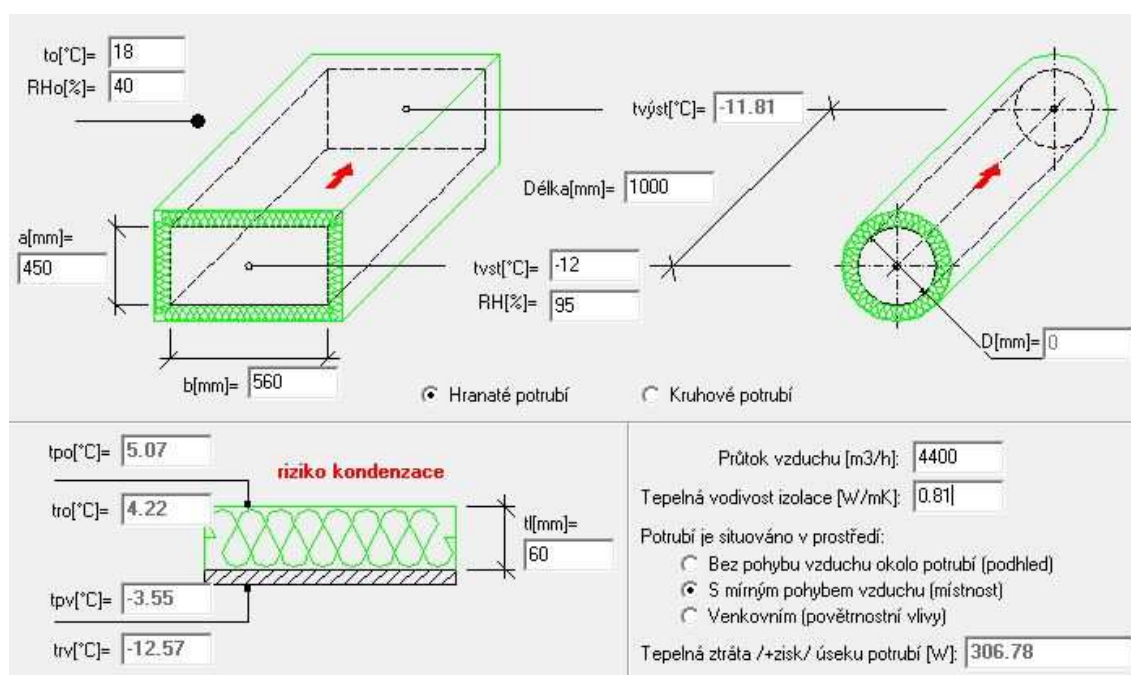
Obr. 28 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – přívod sání strojovna LÉTO



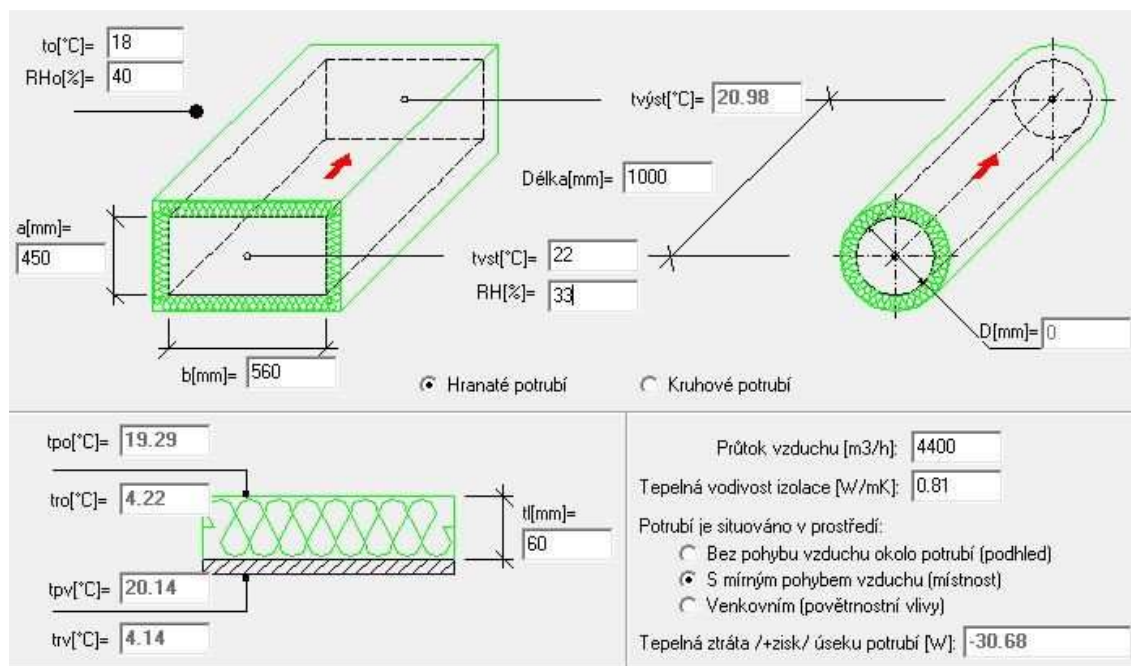
Obr. 29 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – přívod výtlak strojovna LÉTO



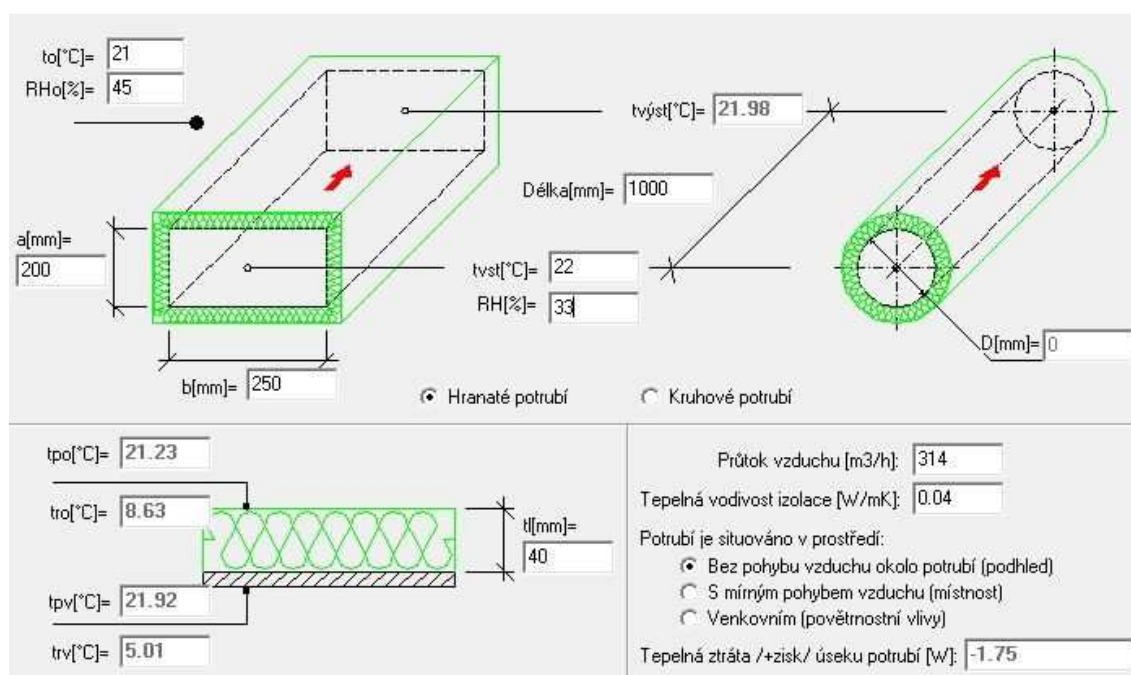
Obr. 30 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – přívod podhled LÉTO



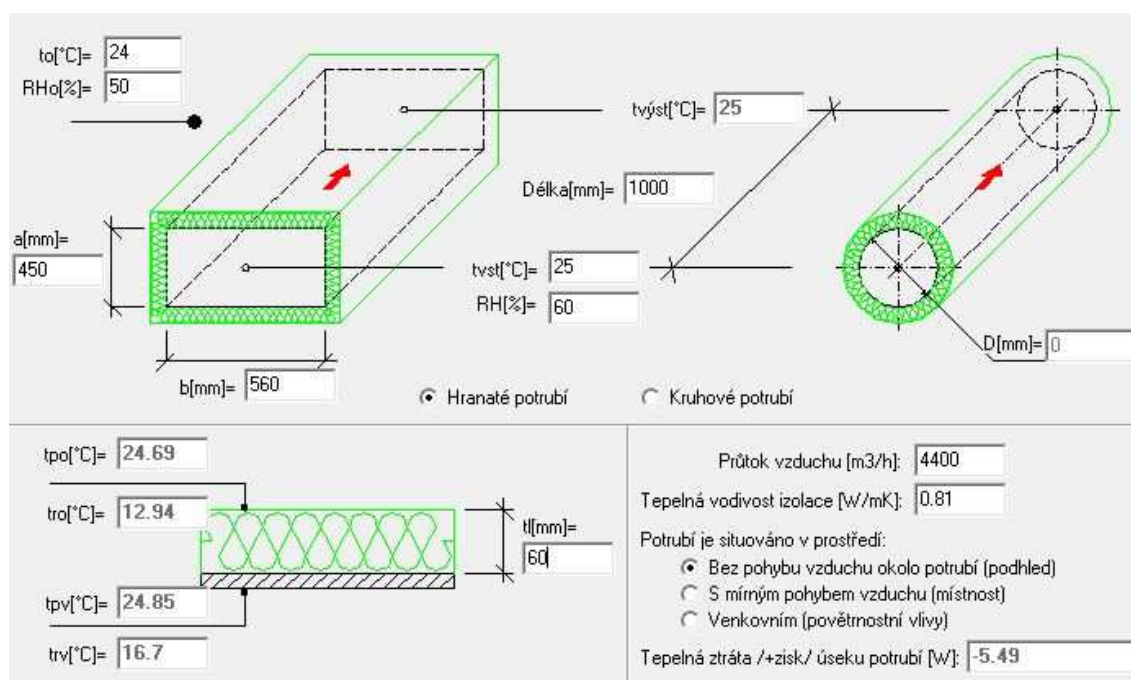
Obr. 31 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – přívod sání strojovna ZIMA



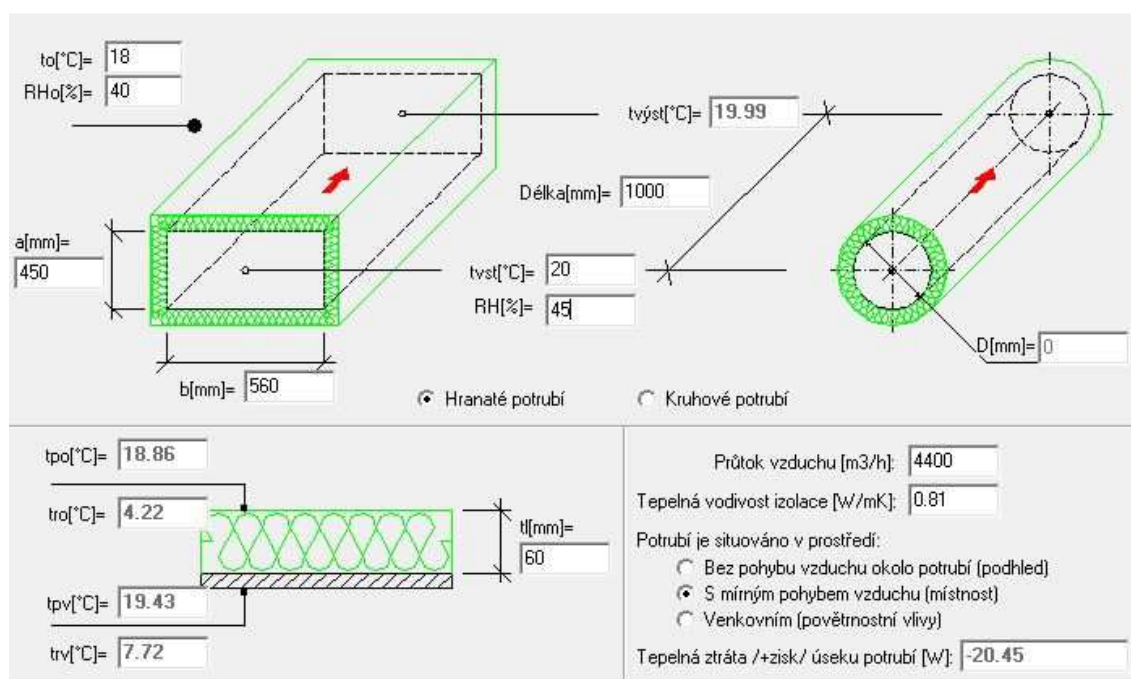
Obr. 32 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – přívod výtlak strojovna ZIMA



Obr. 33 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – přívod podhled ZIMA



Obr. 34 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – odvod sání strojovna LÉTO



Obr. 35 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – odvod sání strojovna ZIMA

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 18$
 $RH_{ol}[\%] = 40$
 $a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 560$
 $D\text{élka}[\text{mm}] = 1000$
 $tvst[^{\circ}\text{C}] = 2$
 $RH[\%] = 100$
 $tvst[^{\circ}\text{C}] = 2.1$
 $D[\text{mm}] = 0$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

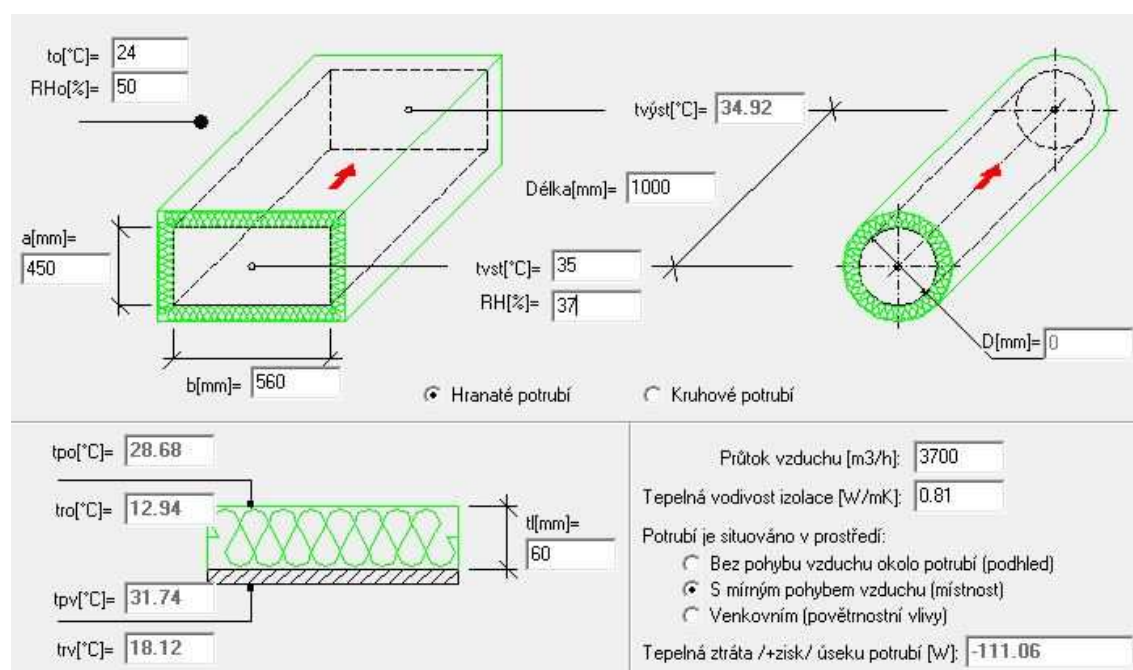
$tpo[^{\circ}\text{C}] = 11.11$
 $trol[^{\circ}\text{C}] = 4.22$
 $tpv[^{\circ}\text{C}] = 6.51$
 $trv[^{\circ}\text{C}] = 2$
riziko kondenzace

$tl[\text{mm}] = 60$

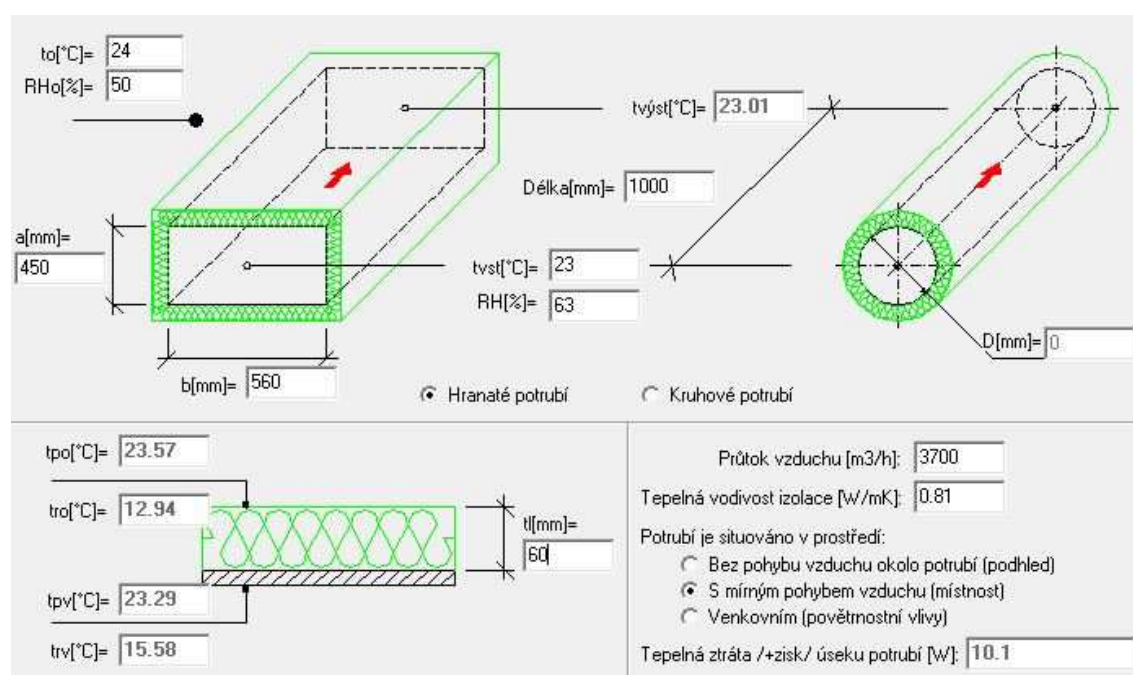
Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 4400
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.81
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 163.62

Obr. 36 Izolace potrubí – zařízení č. 1 – odvod výtlak strojovna ZIMA

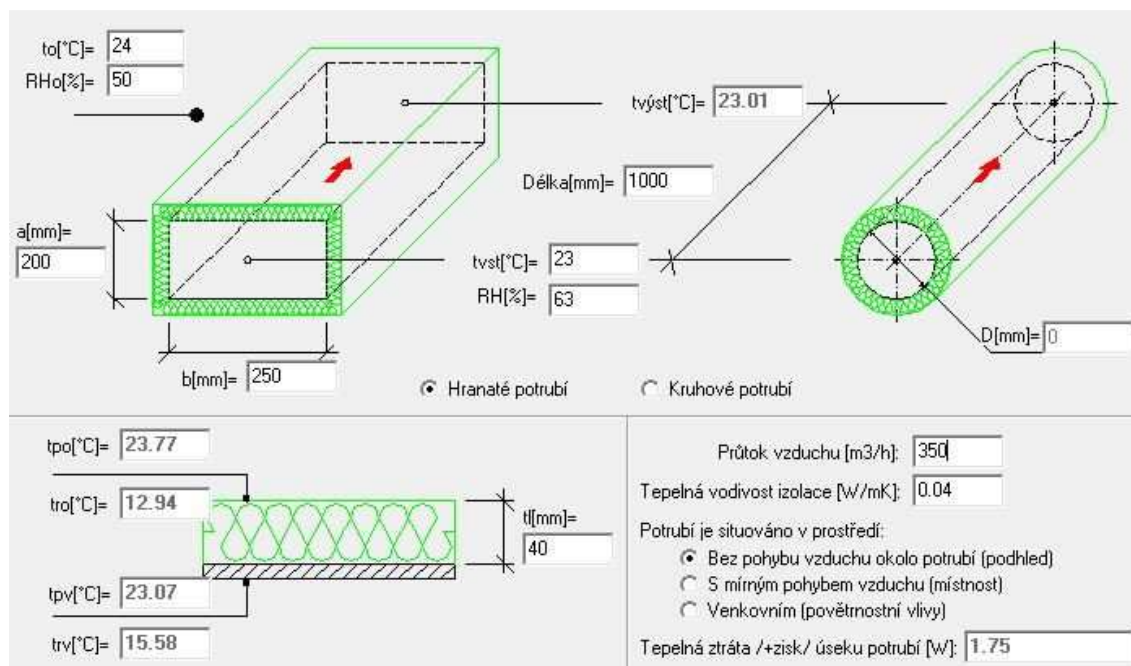
Zařízení č. 2



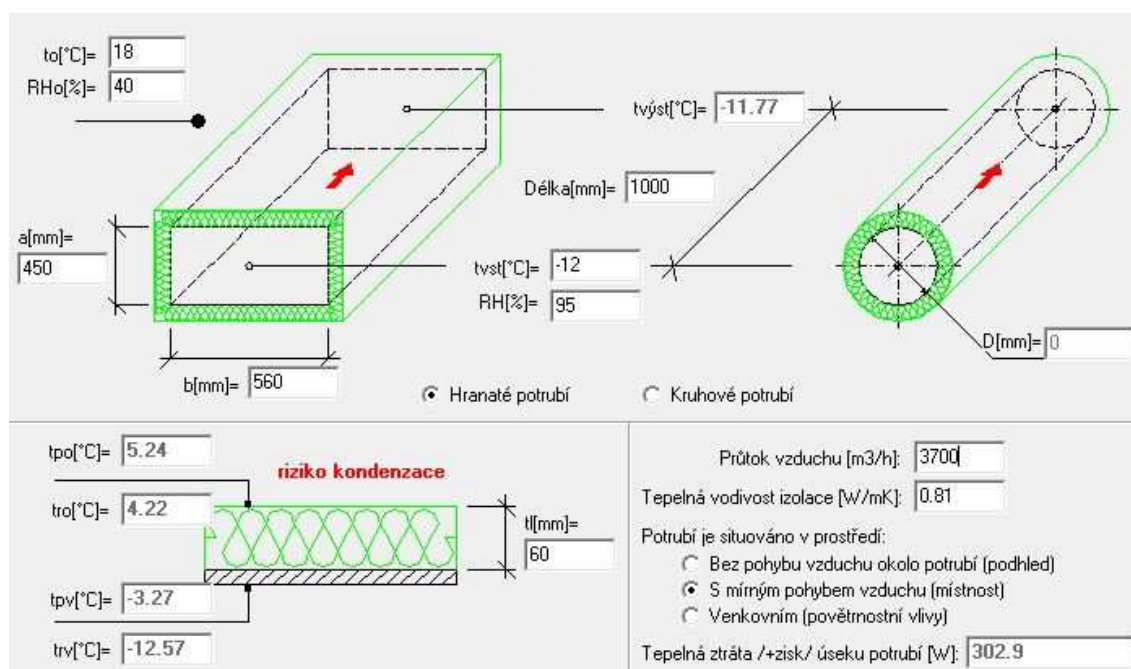
Obr. 37 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – přívod sání strojovna LÉTO



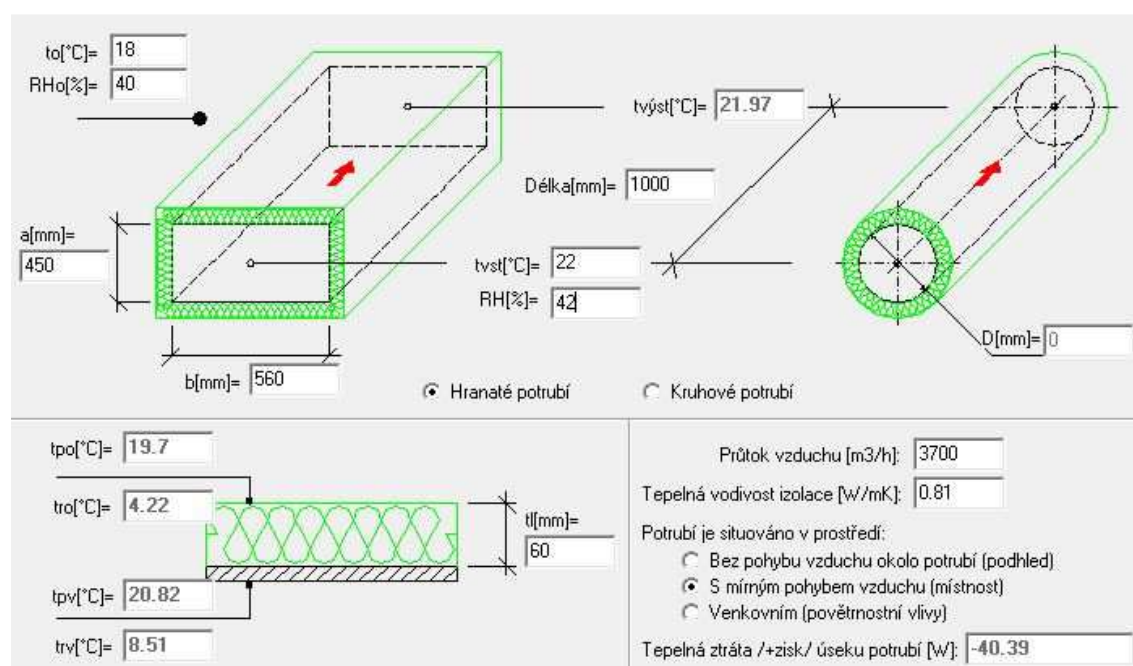
Obr. 38 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – přívod výtlač strojovna LÉTO



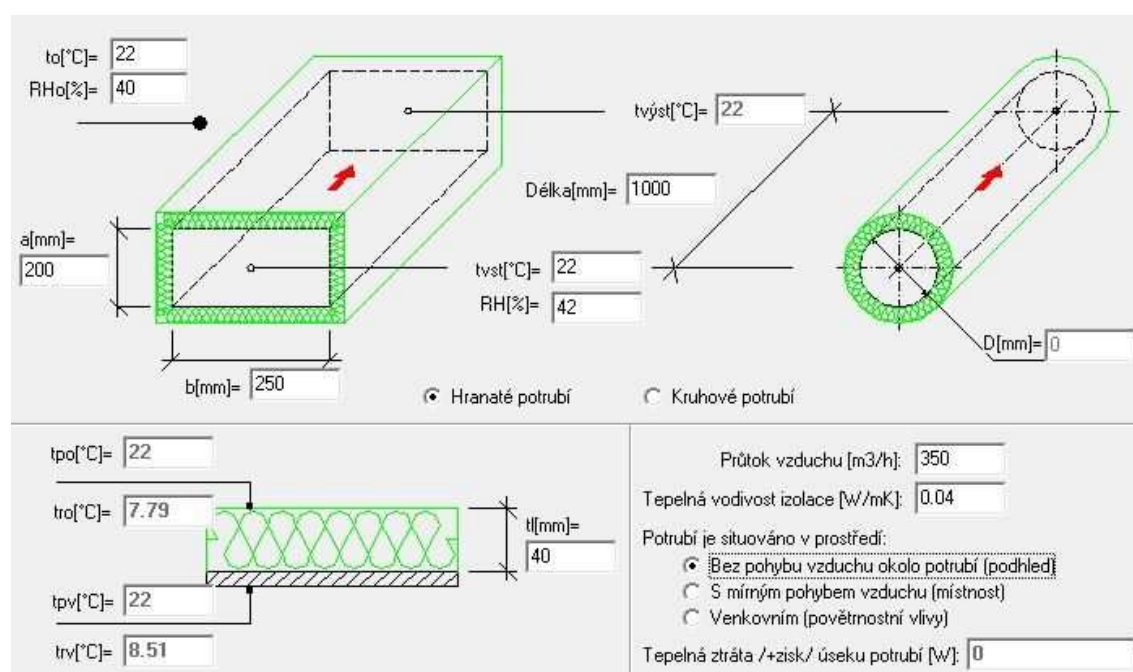
Obr. 39 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – přívod podhled LÉTO



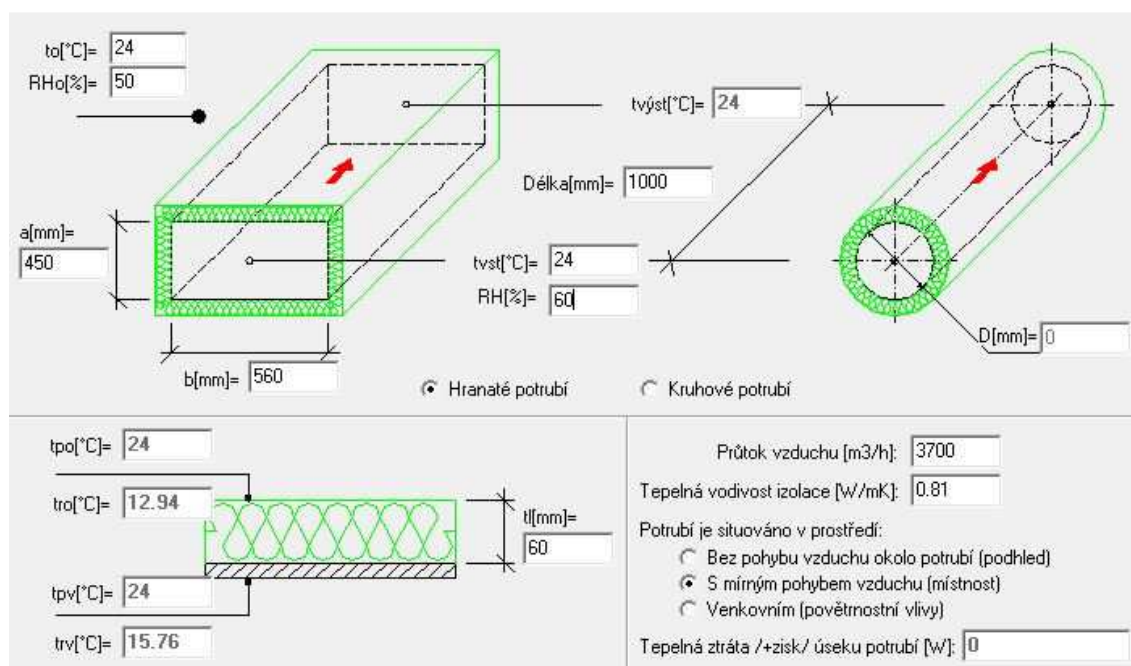
Obr. 40 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – přívod saní strojovna ZIMA



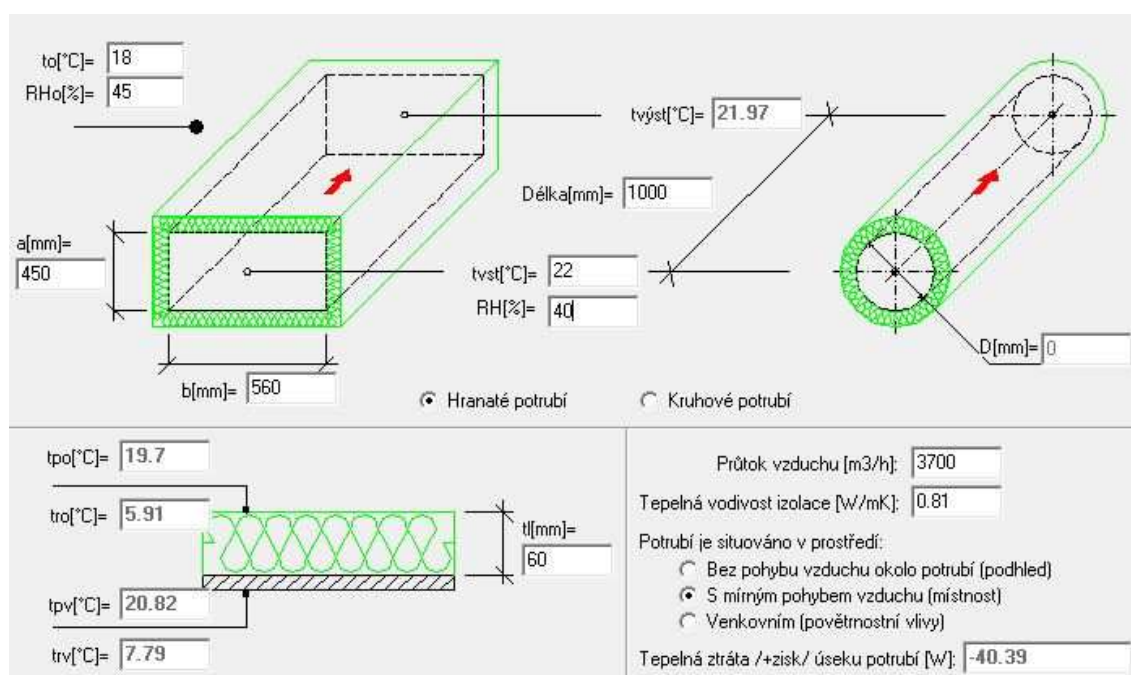
Obr. 41 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – přívod výtlačk strojovna ZIMA



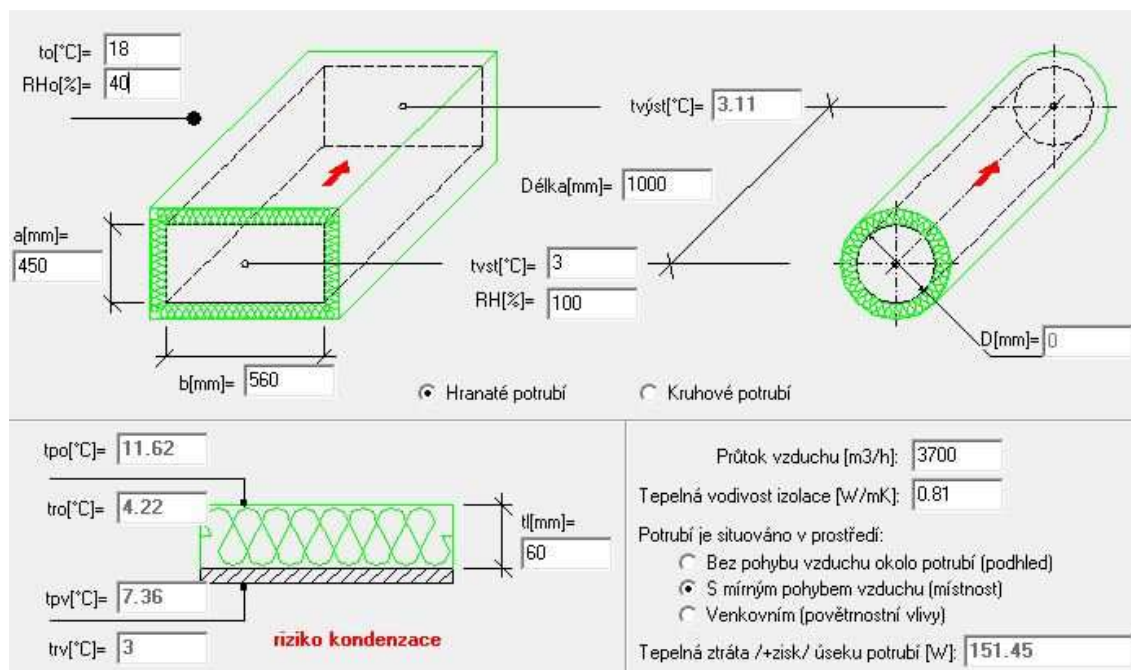
Obr. 42 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – přívod podhled ZIMA



Obr. 43 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – odvod saní strojovna LÉTO



Obr. 44 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – odvod saní strojovna ZIMA



Obr. 45 Izolace potrubí – zařízení č. 2 – odvod výtlač strojovna ZIMA



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST C – PROJEKTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA RESTAURACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kateřina Zaoralová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Předmětem tohoto projektu pro realizaci stavby je návrh koncepce větrání a klimatizace v objektu restaurace tak, aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí ve vybraných místnostech objektu.

1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly výkresy půdorysů. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

ČSN 730540-1 Tepelná ochrana budov – část 1: Terminologie

ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky

ČSN 730540-3 Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN EN 14644 Čisté prostory a příslušné řízené prostředí – část 1: klasifikace čistoty vzduchu

ČSN EN 1886 Větrání budov – Potrubní prvky – mechanické vlastnosti, těsnost VZT jednotek

ČSN EN 1505 Větrání budov – Kovové plechové potrubí a armatury pravoúhlého průřezu – rozměry

ČSN EN 1507 Větrání budov – Kovové plechové potrubí pravoúhlého průřezu – požadavky na pevnost a těsnost

ČSN EN 15780 Větrání budov – Vzduchovody, čistota vzduchotechnických zařízení

ČSN 730835 Požární bezpečnost staveb – budovy zdravotnických zařízení a sociální péče

Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve změně

Vyhláška 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby

Vyhláška 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

Nařízení vlády 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve změně 217/2016 Sb.

Nařízení vlády 361/2007 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Nařízení EK 1253/2014, Požadavky na ECODSIGN větracích jednotek

Sborník technických řešení – Vzduchotechnika

Energetické a tepelně technické výpočty pro ekonomický návrh vzduchotechnických zařízení byly realizovány v simulačním software Teruna.

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo: Brno

nadmořská výška: 225 m n m

normální tlak vzduchu: 97,5 kPa

výpočtová teplota vzduchu: léto + 35°C, zima -12°C, entalpie: léto 65 kJ/kg s.v.

1.3 základní koncepční řešení

Vlhčení vzduchu není v zimním období uvažováno. Řízené odvlhčení vzduchu v letním období není uvažováno.

VZT jednotky bude vybaveny zpětným získáváním tepla. Součástí jednotky budou jednotlivé stupně filtrace, ohřev čerstvého vzduchu, napojovací pružné manžety, zápachové uzávěry pro odvod kondenzátu.

Všechny odvodní a přívodní koncové elementy budou dopojeny zvukově izolační flexi hadicí přes ruční těsnou regulační klapku daného průměru, která bude osazena na nástavci na potrubí. Ohebné hadice budou připevněny následujícím způsobem: vnitřní část hadice bude přetažena přes nástavec VZT potrubí a uchycena stahovací páskou, poté bude kraj vnitřní části hadice těsně přelepen hliníkovou páskou k nástavci VZT potrubí. Následně bude přetažena i svrchní izolovaná strana hadice a tato bude opět těsně přilepena hliníkovou páskou k nástavci VZT potrubí.

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným nebo kruhovým SPIRO potrubím z pozinkovaného plechu.

Jako koncové elementy budou sloužit přívodní vířivé anemostaty a v klubovně štěrbinové výústky. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem, s osazenými koncovými elementy – odvodními anemostaty a talířovými ventily.

Větrání „klubovny“ je navrženo jako nucené rovnotlaké a větrání hygienického zázemí jako nucené podtlakové. Všechny navržené systémy pracují se 100% čerstvého vzduchu.

Množství přiváděného vzduchu do místností je určeno z tepelné zátěže nebo z hygienických požadavků na minimální dávku vzduchu. (např. WC 50 m³ /h, pisoár 25 m³ /h, sprcha 150 m³ /h)

1.3.1 Stavební větrání

Stavební větrání bude zabezpečovat nucenou výměnu vzduchu v provozních, provozně-technických místnostech a v místnostech hygienického vybavení v souladu s příslušnými hygienickými, zdravotnickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z výše uvedených obecně závazných předpisů a norem.

1.3.2 Hygienické větrání

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu projektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- podtlakové větrání je navrženo ve všech místnostech hygienického vybavení objektu (WC, umývárny, úklidové komory apod.)
- úhrada vzduchu bude tvořena z okolních prostorů – větrací a KLM zařízení tvořící funkční celek
- třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu bude určena dle třídy čistoty řešeného prostoru
- nejvyšší přípustná maximální hladina vnitřního hluku $L_{Amaxp} = 35 - 55 \text{ dB(A)}$ dle druhu provozu a účelu jednotlivých místností
- dochlazování některých prostorů pomocí jednotek přímého chlazení

Přípustné hodnoty hladiny hluku v interiéru pro vybrané obsluhované místnosti jsou navrženy:

- | | |
|---|--------------------------------|
| ▪ restaurace | max. 55 dB/A |
| ▪ šatny apod. | max. 55 dB/A |
| ▪ sprchy | max. 55 dB/A |
| ▪ chodby | max. 50 dB/A |
| ▪ hladina akustického tlaku v exteriéru | max.ve dne 50 / 40 v noci dB/A |

1.3.3 Energetické zdroje

Elektrická energie, Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu ve výměnících vzduchotechnických a klimatizačních jednotek bude sloužit topná voda s nejnižším garantovaným rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 70/50 \text{ °C}$. Pro chlazení vzduchu ve výměnících klimatizačních jednotek je použita voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 6/12 \text{ °C}$ centrálně připravovaná ve zdroji chladu, který není předmětem řešení této PD.

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů vzduchotechnických a klimatických zařízení, kompresorů a zdrojů chladu a pro systémy automatické regulace.

- rozvodná soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400V/230V

- Ochrana před dotykem napětím základní – samočinným odpojením od zdroje, doplňková pospojováním

1.4 Popis technického řešení

Návrh řešení klimatizace a větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima v jednotlivých místnostech daných uživatelem. Pro rozvod vzduchu se počítá s nízkotlakým systémem. Prostory s různými provozními podmínkami jsou od sebe odděleny i po vzduchotechnické stránce. Sání čerstvého vzduchu a

výfuk znehodnoceného vzduchu jsou dispozičně situovány tak, aby nedocházelo ke zpětnému nasávání vyfukovaného znehodnocovaného vzduchu. V objektu je navrženo využití odpadního tepla v deskových rekuperátorech VZT jednotek. Zařízení jsou umístěná ve strojovně, stejně jako i zdroj chladu pro výrobu chladicího média – studené vody, který ale není předmětem této práce.

Množství vzduchu pro jednotlivé obsluhované části objektu je navrženo z celkových výměn vzduchu a jsou následující:

- WC 50 m³ /h
- Sprcha 150 m³ /h
- Jednotlivé místnosti navrženy dle minimální potřeby vzduchu na osobu (50m³/os) nebo podle tepelné zátěže

Zařízení č. 1 – klimatizace prostor klubovny

Prostor klubovny bude po stránce větrání zajišťován VZT jednotkou umístěnou ve strojovně tohoto objektu. Jednotka zajistí filtraci vzduchu M5 a G4, rekuperaci tepla pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním, ohřev a ochlazování přiváděného vzduchu pomocí topného/chladicího modulu. Nasávání čerstvého vzduchu pro klimatizační jednotku bude provedeno do vzduchovodu vyvedeného na fasádu objektu, kde bude zakončena protidešťovou žaluzií. Odvod odpadního vzduchu bude proveden do vzduchovodu vyvedeného do průchodu objektu, kde bude také zakončen protidešťovou žaluzií.

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaného prostoru transportován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu a jako koncové elementy budou sloužit přívodní šterbinové výústky. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem s osazenými koncovými elementy – odvodními anemostaty.

Izolace na centrálním VZT systému: přívodní potrubní rozvod bude ve směru od jednotky do vnitřního prostoru tepelně izolovaný tvrzenou tepelnou nenasákavou izolací tl.40 mm – zabránění kondenzace vodní páry v letním období. Přívodní, odvodní, sací i výfukové vzduchovody budou izolované tvrzenou tepelně – protihlukovou nenasákavou izolací tl.60 mm, a to v minimální délce od VZT jednotky za tlumiče hluku.

Zařízení č. 2 - klimatizace

Prostory šaten, WC atd. budou po stránce větrání zajišťovány VZT jednotkou umístěnou ve strojovně tohoto objektu. Jednotka zajistí filtraci vzduchu M5, rekuperaci tepla pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním, ohřev a ochlazování přiváděného vzduchu pomocí topného/chladicího modulu. Nasávání čerstvého vzduchu pro klimatizační jednotku bude prove-

deno do vzduchovodu vyvedeného na fasádu objektu, kde bude zakončena protidešťovou žaluzií. Odvod odpadního vzduchu bude proveden do vzduchovodu vyvedeného do průchodu objektu, kde bude zakončen protidešťovou žaluzií.

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným potrubím, kruhovým potrubím SPIRO z pozinkovaného plechu a jako koncové elementy budou sloužit přívodní anemostaty. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem s osazenými koncovými elementy – odvodními anemostaty a talířovými ventily.

Izolace na centrálním VZT systému: přívodní potrubní rozvod bude v daném podlaží ve směru od jednotky do vnitřního prostoru tepelně izolovaný tvrzenou tepelnou nenasákavou izolací tl.40 mm – zabránění kondenzace vodní páry v letním období. Přívodní, odvodní, sací i výfukové vzduchovody budou izolované tvrzenou tepelně – protihlukovou nenasákavou izolací tl.60 mm, a to v minimální délce od VZT jednotky za tlumiče hluku.

1.5 nároky na energie

K zajištění chodu větrání a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující energie:

Topná voda 70/50 °C

Chlad. Voda 6/12 °C

Elektrická energie 3x 400V/230V-50Hz

1.6 měření a regulace, protimrazová ochrana

Navržené vzduchotechnické a klimatizační jednotky budou řízeny a regulovány vlastním systémem MaR. Tato zařízení budou monitorována profesí MaR a ta zajistí:

- Ovládání chodu ventilátorů
- Deblokační skříně na klimatizačních jednotkách
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodních chladiče v letním období
- Řízení účinnosti deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody

Při poklesnutí teploty: 1. vypnutí ventilátoru

2. uzavření klapek

3. otevření třícestného ventilu

4. spuštění čerpadla

- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- Signalizace zanesení filtrů
- Poruchová signalizace

1.7 nároky na související profese

1.7.1 Stavební úpravy

- otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení
- dotěsnění a oplechování prostupů stěnovými konstrukcemi
- zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě střeše objektu (architektonické ztvárnění)
- stavební, výpomocné práce
- zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám v nerozebíratelných částech podhledu

1.7.2 Silnoproud

- Napojení rozvaděče MaR

1.7.3 Vytápění

- Připojení VZT jednotek k topnému a chladicímu médiu včetně uzlů a příslušných armatur

1.7.4 ZTI

- Odvod kondenzátu od výměníků jednotek (chladič, deskový rekuperátor a eliminátor kapek) a vnitřních výparníků (tvořeno přes zápachovou uzávěrku)
- Osazení podlahových vpustí ve strojovnách VZT

1.8 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností. Tyto tlumiče budou osazeny jak v přívodních, tak odvodních trasách všech vzduchovodů. Vzduchovody budou protihlukově izolovány od zdroje hluku za jednotlivé tlumiče jak na sání, tak na výtlaku. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními

konstrukcemi. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné zvukově izolované potrubí. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací – dodávka stavby

1.9 Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové a tepelné. Hlukově jsou izolovány vzduchovody od jednotek po tlumiče hluku. Tepelně budou izolována přírodní vzduchotechnická potrubí od nasávání k VZT jednotkám a veškeré přírodní čtyřhranné potrubní rozvody od jednotlivých tlumičů hluku z důvodu kondenzace vodní páry na potrubí v letním období a snížení vnitřní tepelné zátěže vzduchu.

Tepelná izolace - šířka izolace 40mm souč. tepelné vodivosti 0,04W/m²K

Hluková izolace - šířka izolace 60mm souč. tepelné vodivosti 0,81W/m²K

V případě použití jiného druhu izolací je nutné se řídit uvedenými parametry. Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu – možnost nátěru – architektonické řešení dodávka stavby.

1.10 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabraňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. Osazené požární klapky budou v provedení s ručním ovládáním a se signalizací polohy. Všechny otvory po osazení PK budou požárně dotěsněny. Ke klapkám budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.

1.11 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

1.11.1 Montáž

Montáž je třeba provádět dle pokynů uvedených v podkladech výrobce a dodavatele zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely
- Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi

1.11.2 Obsluha a údržba

Obsluhu a údržbu je nutné provádět dle podkladů výrobce a pokynů dodavatele. Je třeba provádět pravidelné revize zařízení. K pravidelnému servisu patří zejména kontrola a případná

výměna filtračních vložek. Výměna je závislá na intenzitě a době větrání. Správná údržba VZT zařízení je dána dle podkladů výrobce. Pro pravidelnou údržbu musí být zaškolený stálý pracovník, který bude poučen jak teoreticky, tak prakticky.

1.12 ZÁVĚR

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. V obsluhovaných prostorách zajistí pohodu prostředí požadovanou předpisy s ohledem na technické možnosti a požadavky. Před spuštěním VZT zařízení do provozu musí být systém za regulován a odzkoušen na všechny provozní režimy.

2. SPECIFIKACE PRVKŮ

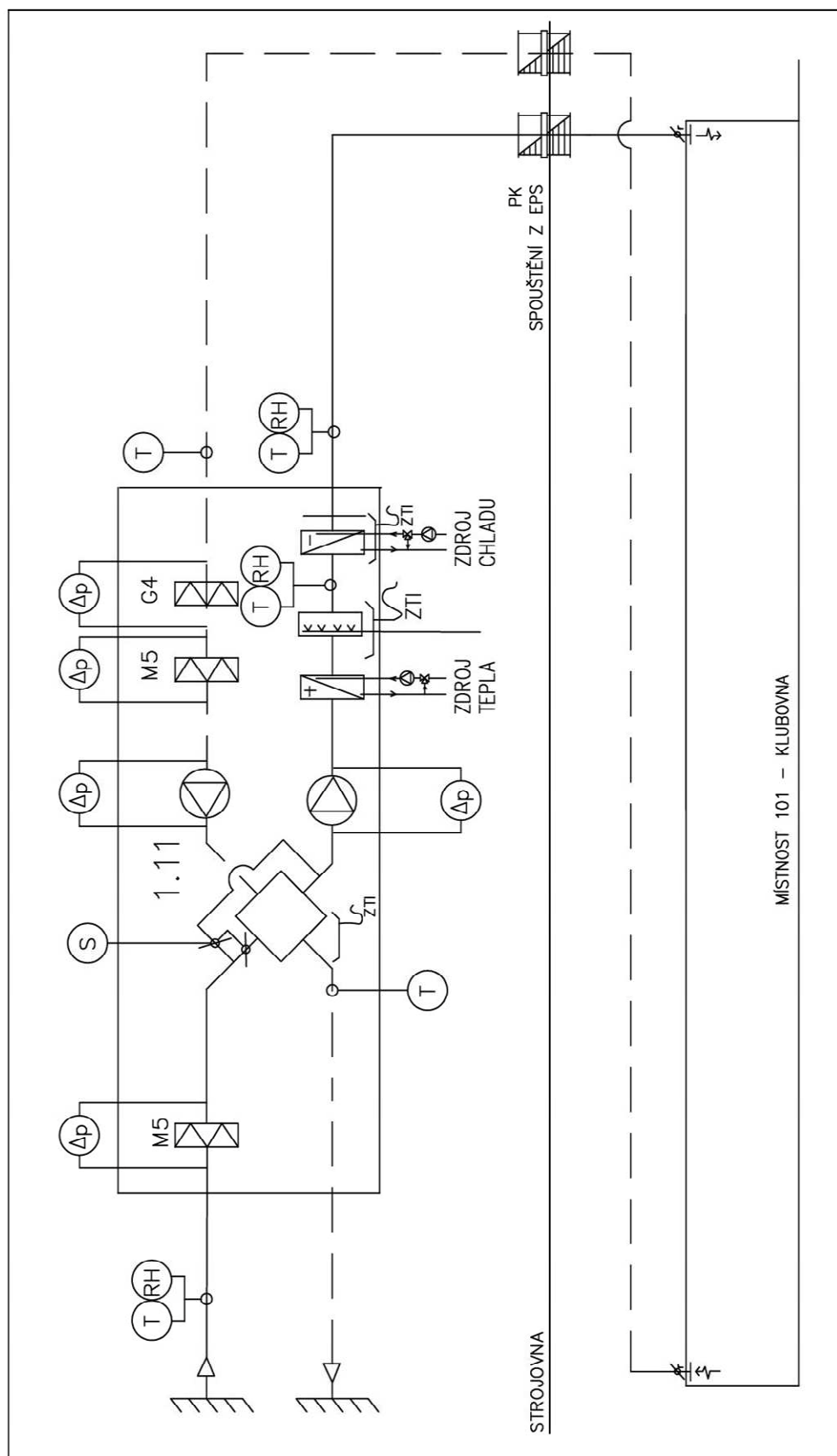
Tab. 25 Specifikace prvků – zařízení č. 1

Zařízení č. 1			
Popis	Název	Měrná jednotka	Množství
1.1.1	VZT jednotka AeroMaster XP 06 pro přívod a odvod vzduchu	ks	1
1.2.1	Tlumič hluku buňkový	ks	3
	800x500, délky 1000, včetně děrovaného plechu		
1.2.2	Tlumič hluku buňkový	ks	1
	800x500, délky 1500, včetně děrovaného plechu		
1.3.1	Šterbinová výústka - přívodní element	ks	14
	délka 1700, 2 šterbiny, připojení horizontální		
1.4.1	Vířivý anemostat - odvodní element	ks	11
	600x32, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
1.5.1	Protidešťová žaluzie	ks	1
	560x450, pozinkovaný plech, včetně rámu		
1.5.2	Protidešťová žaluzie	ks	1
	800x500, pozinkovaný plech, včetně rámu		
1.6.1	Kruhová regulační klapka Ø200	ks	14
	těsná, ovládání ruční		
1.6.2	Kruhová regulační klapka Ø250	ks	11
	těsná, ovládání ruční		
1.7.1	Protipožární klapka 560x450	ks	3
	čtyřhranná s atestem, odolnost 90 min		
1.8.1	Čtyřhranné potrubí/55%tvarovek	m ²	242
1.8.3	SONOFLEX potrubí Ø200	bm	35
1.8.4	SONOFLEX potrubí Ø250	bm	25
1.9.1	Izolace protihluková tl. 60 mm - strojovna	m ²	80
1.9.2	Izolace tl. 40 mm - přívod	m ²	100

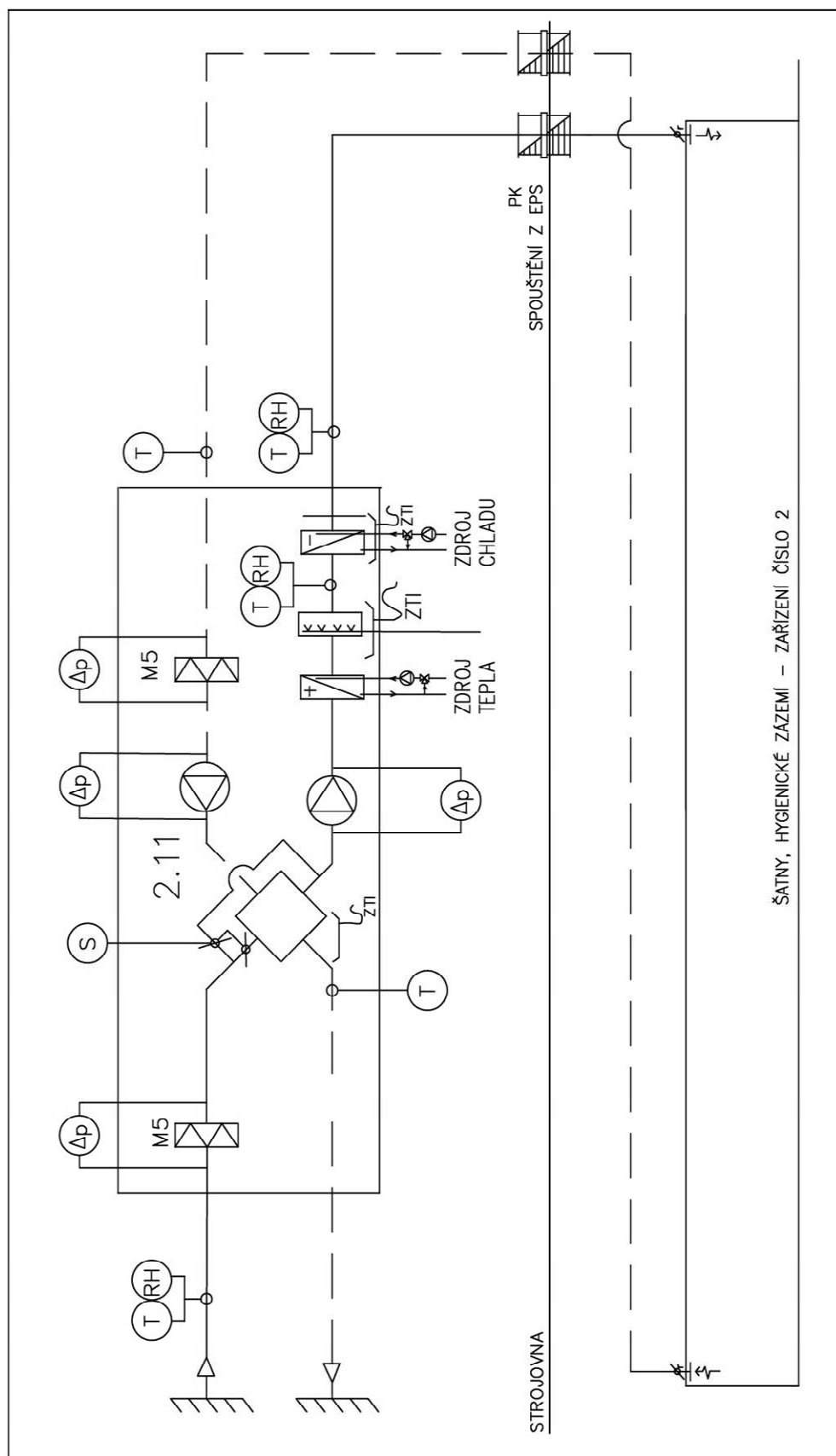
Tab. 26 Specifikace prvků – zařízení č.1

Zařízení č. 2			
Popis	Název	Měrná jednotka	Množství
2.1.1	VZT jednotka AeroMaster XP 06 pro přívod a odvod vzduchu	ks	1
2.2.1	Tlumič hluku buňkový	ks	3
	600x500, délky 1000, včetně děrovaného plechu		
2.2.2	Tlumič hluku buňkový	ks	1
	800x500, délky 2000, včetně děrovaného plechu		
2.3.1	Vířivý anemostat 600x600 - přívodní element	ks	4
	600x24, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.3.2	Vířivý anemostat 600x600 - přívodní element	ks	2
	600x32, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.3.3	Vířivý anemostat 600x600 - přívodní element	ks	1
	600x40, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.3.4	Vířivý anemostat 500x500 - přívodní element	ks	2
	500x24, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.3.5	Vířivý anemostat 300x300 - přívodní element	ks	2
	300x8, včetně připojovací krabice		
2.4.1	Vířivý anemostat 600x600 - odvodní element	ks	7
	600x24, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.4.2	Vířivý anemostat 600x600 - odvodní element	ks	1
	600x40, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.4.3	Vířivý anemostat 300x300 - odvodní element	ks	1
	300x8, včetně připojovací krabice, připojení horizontální		
2.4.4	Talířový ventil - odvodní element	ks	6
	d=125, včetně montážního rámečku		
2.4.5	Talířový ventil - odvodní element	ks	2
	d=200, včetně montážního rámečku		
2.5.1	Protidešťová žaluzie	ks	1
	560x450, pozinkovaný plech, včetně rámu		
2.5.2	Protidešťová žaluzie	ks	1
	800x500, pozinkovaný plech, včetně rámu		
2.6.1	Čtyřhranná regulační klapka těsná 450x315	ks	1
	450x315, ovládání ruční		
2.6.2	Čtyřhranná regulační klapka těsná 355x315	ks	1
	355x315, ovládání ruční		
2.6.3	Čtyřhranná regulační klapka těsná 250x315	ks	1
	250x315, ovládání ruční		
2.6.4	Čtyřhranná regulační klapka těsná 200x500	ks	1
	200x500, ovládání ruční		
2.6.5	Kruhová regulační klapka těsná Ø125	ks	2
	d=125, ovládání ruční		

2.6.6	Kruhová regulační klapka těsná Ø160	ks	3
	d=160, ovládání ruční		
2.6.7	Kruhová regulační klapka těsná Ø200	ks	18
	d=200, ovládání ruční		
2.6.8	Kruhová regulační klapka těsná Ø250	ks	4
	d=250, ovládání ruční		
2.7.1	Protipožární klapka 450x560	ks	5
	čtyřhranná s atestem, odolnost 90 min		
2.8.1	Čtyřhranné potrubí/ 65%tvorovek	m ²	195
2.8.2	Kruhové potrubí/ 0% tvarovek	m ²	7
2.8.3	SONOFLEX potrubí Ø125	bm	5
2.8.4	SONOFLEX potrubí Ø160	bm	8
2.8.5	SONOFLEX potrubí Ø200	bm	40
2.8.6	SONOFLEX potrubí Ø250	bm	15
2.9.1	Izolace protikluková tl. 60 mm - strojovna	m ²	70
2.9.2	Izolace tl. 40 mm - přívod	m ²	60



Obr. 46 Schéma MaR – zařízení č.1



Obr. 47 Schéma MaR – zařízení č.2

3. ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je návrh dvou vzduchotechnických zařízení pro objekt restaurace. První zařízení obsluhuje prostor restaurace - jídelny a druhé zařízení obsluhuje hygienické zázemí, šatny a chodby. Požadavky práce splňují nároky na navržené větrací a klimatizační podmínky daného typu a charakteru dle platných právních předpisů.

4. POUŽITÉ ZDROJE

- [1] *Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (I)* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/3648-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-i>
- [2] *Ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-legislativa/legislativa-cr/ekodesign-vyrobků-spojených-se-spotřebou-energie--222025/>
- [3] *Zpětné získávání tepla a získávání tepla a chladu ve vzduchotechnice* [online]. In: . [cit.2018-05-15]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125esbt/prednasky/125esb2-09.pdf>
- [7] RUBINA, Aleš, *Zpětné získávání tepla ve VZT*, [přednáška] VZT 10_15, VUT Brno
- [5] *Zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/ZZT-rekuperace-regenerace>
- [6] *Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (II)* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/3688-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-ii>
- [7] *Zpětné získávání tepla a větrání objektů* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu>
- [8] *Větrání a klimatizace*. 3., zcela přeprac. vyd. Brno: BOLIT-B Press, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
- [9] *Plattenwärmetauscher* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.klingenburg.de/wissen/plattenwaermetauscher/>
- [10] SZÉKYOVÁ, Marta. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-8076-037-3.
- [11] *Větrání, rekuperace a další možnosti (Stavíme energeticky úsporný dům - 4.díl)* [online]. [cit.2018-05-18]. Dostupné z: https://www.nazeleno.cz/lang_1/chap_271/vetrani-rekuperace-a-dalsi-moznosti-stavime-energeticky-usporny-dum-4-dil.aspx
- [12] *Větrací jednotky – rekuperace tepla, optimalizace vlhkosti* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10635-rizene-vetrani-s-rekuperaci-tepla-pro-rodinne-domy-a-byty-ii>

- [13] *Větrání s rekuperací (8): Funkce entalpického výměníku a jeho využití* Více zde: <https://www.infobydleni.cz/news/vetrani-s-rekuperaci-8-funkce-entalpickeho-vymeniku-a-jeho-vyuziti/> [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.infobydleni.cz/news/vetrani-s-rekuperaci-8-funkce-entalpickeho-vymeniku-a-jeho-vyuziti/>
- [14] *Moderní rotační výměníky tepla* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/15795-moderni-rotacni-vymeniky-tepla>
- [15] *Rekuperační jednotka Vents TwinFresh Comfo RA1-25* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.elektro-paloucek.cz/ventilatory/rekuperacni-jednotky/rekuperacni-jednotka-vents-twinfresh-comfo-ra1-25>
- [16] *Jednotka pro zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice pro arktické podmínky* [online]. In: . [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/Image/0711_12_special/23_obr2.jpg
- [17] HORÁK, Petr, *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu ČSN EN 12 831* [přednáška]. In: . [cit. 2018-05-20]
- [18] RUBINA, Aleš, *Vzduchotechnika*, [podklady do cvičení] cvic03, VUT Brno
- [19] ČSN 73 0548. *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor*.
- [20] REMAK [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs>
- [21] Halton [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: https://www.halton.com/cs_CZ/

5. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. 1 Schéma pro výpočet účinnosti ZZT.....	15
Obr. 2 Schématický hx diagram pro výpočet účinnosti ZZT.....	16
Obr. 3 hx diagram - rekuperace	17
Obr. 4 Čtvercový deskový rekuperátor.....	18
Obr. 5 Šestiúhelníkový deskový rekuperátor.....	18
Obr. 6 Výměník s tepelnou trubicí.....	19
Obr. 7 Kapalinový okruh.....	20
Obr. 8 hx diagram - regenerace	21
Obr. 9 Entalpický výměník.....	22
Obr. 10 Rotační výměník.....	23
Obr. 11 Přepínací výměník.....	24
Obr. 12 Princip tepelného čerpadla.....	25
Obr. 13 Rozdělení objektu na funkční celky.....	27
Obr. 14 Vztahy pro výpočet tepelných ztrát objektu.....	35
Obr. 15 Vztahy pro výpočet tepelných zisků objektu.....	41
Obr. 16 Průběh venkovní teploty.....	43
Obr. 17 Průběh tepelné zátěže	44
Obr. 18 Tlakové poměry řešených úseků.....	47
Obr. 19 Model distribuce vzduchu pro místnost 101 – přívod – štěrbinové výústky.....	48
Obr. 20 Model distribuce vzduchu pro místnost 129 – přívod – vířivý anemostat.....	49
Obr. 21 Model distribuce vzduchu pro místnost 133 – odvod – talířový ventil.....	50
Obr. 22 Axonometrie přívodu pro zařízení č.1 – dimenzační schéma.....	52
Obr. 23 Axonometrie odvodu pro zařízení č.1 – dimenzační schéma.....	53
Obr. 24 Axonometrie přívodu pro zařízení č.2 – dimenzační schéma.....	54
Obr. 25 Axonometrie odvodu pro zařízení č.2 – dimenzační schéma.....	55
Obr. 26 hx diagram pro zařízení č.1.....	62

Obr. 27 hx diagram pro zařízení č.2.....	65
Obr. 28 Izolace potrubí – zařízení č.1 – přívod sání strojovna LÉTO.....	74
Obr. 29 Izolace potrubí – zařízení č.1 – přívod výtlak strojovna LÉTO.....	74
Obr. 30 Izolace potrubí – zařízení č.1 – přívod podhled LÉTO.....	75
Obr. 31 Izolace potrubí – zařízení č.1 – přívod sání strojovna ZIMA.....	75
Obr. 32 Izolace potrubí – zařízení č.1 – přívod výtlak strojovna ZIMA.....	76
Obr. 33 Izolace potrubí – zařízení č.1 – přívod podhled ZIMA.....	76
Obr. 34 Izolace potrubí – zařízení č.1 – odvod sání strojovna LÉTO.....	77
Obr. 35 Izolace potrubí – zařízení č.1 – odvod sání strojovna ZIMA.....	77
Obr. 36 Izolace potrubí – zařízení č.1 – odvod výtlak strojovna ZIMA.....	78
Obr. 37 Izolace potrubí – zařízení č.2 – přívod sání strojovna LÉTO.....	79
Obr. 38 Izolace potrubí – zařízení č.2 – přívod výtlak strojovna LÉTO.....	79
Obr. 39 Izolace potrubí – zařízení č.2 – přívod podhled LÉTO.....	80
Obr. 40 Izolace potrubí – zařízení č.2 – přívod sání strojovna ZIMA.....	80
Obr. 41 Izolace potrubí – zařízení č.2 – přívod výtlak strojovna ZIMA.....	81
Obr. 42 Izolace potrubí – zařízení č.2 – přívod podhled ZIMA.....	81
Obr. 43 Izolace potrubí – zařízení č.2 – odvod sání strojovna LÉTO.....	82
Obr. 44 Izolace potrubí – zařízení č.2 – odvod sání strojovna ZIMA.....	82
Obr. 45 Izolace potrubí – zařízení č.2 – odvod výtlak strojovna ZIMA.....	83
Obr. 46 Schéma MaR – zařízení č.1.....	96
Obr. 47 Schéma MaR – zařízení č.2.....	97

Tabulky

Tab. 1 Tabulky výpočtů součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce.....	28
Tab. 2 Tabulka místností – návrhové teploty a vlhkosti.....	29
Tab. 3 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 101.....	36
Tab. 4 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 126.....	37
Tab. 5 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 129.....	38
Tab. 6 Výpočet tepelných ztrát pro místnost 131.....	39
Tab. 7 Výpočet tepelných zisků pro místnost 101.....	41
Tab. 8 Výpočet tepelných zisků pro místnost 126.....	42
Tab. 9 Výpočet tepelných zisků pro místnost 129.....	42
Tab. 10 Výpočet tepelných zisků pro místnost 131.....	43
Tab. 11 Průtoky vzduchu.....	46
Tab. 12 Distribuční elementy.....	51
Tab. 13 Dimenzování – přívod - zařízení č. 1.....	56
Tab. 14 Dimenzování – odvod - zařízení č. 1.....	57
Tab. 15 Dimenzování – přívod - zařízení č. 2.....	58
Tab. 16 Dimenzování – odvod - zařízení č. 2.....	59
Tab. 17 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – přívod sání.....	66
Tab. 18 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – přívod výtlač.....	67
Tab. 19 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – odvod sání.....	68
Tab. 20 Tlumič hluku – zařízení č. 1 – odvod výtlač.....	69
Tab. 21 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – přívod sání.....	70
Tab. 22 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – přívod výtlač.....	71
Tab. 23 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – odvod sání.....	72
Tab. 24 Tlumič hluku – zařízení č. 2 – odvod výtlač.....	73
Tab. 25 Specifikace prvků – zařízení č. 1.....	93
Tab. 26 Specifikace prvků – zařízení č.1.....	94

6. SEZNAM PŘÍLOH

1. Výkres – výsek části půdorysu
2. Výkres - řezy